في الإنجازات
الفلكية العربية والإسلامية
دراسة تحليلية

تأليف / دكتور مجدي يوسف أمين
أستاذ بقسم الفلك
كلية العلوم جامعة الملك سعود

المقدمة

علم الفلك Astronomy من أقدم العلوم التي صاحبت الإنسان خلال تاريخه الطويل على ظهر هذا الكوكب الأزرق Earth . وكان كل فهم لحقيقة فلكية جديدة يؤدي بدوره إلى تقدم ملموس في العلوم الأخرى.

وجد الإنسان نفسه على سطح الأرض Earth surface ، محاطا بكرة مرصعة بالنجوم Stars ، يشاهد من فوقها ظواهر كونية عديدة فأوحى إليه هذا بأن الأرض هي مركز الكون Cosmic center وأهم ما فيه. وهدى ذلك الباحثين الأوائل إلى معرفة الكثير عنها. وبتقدم التكنولوجيا والعلوم أصبح الكون كما نعرف الآن.لا مراء أن الصلة بين العلم القديم والحديث جد وثيقة. وفي دراسة العلم القديم تفهم للماضي التليد الذي صدر عن الإنسان القديم ونقلنا منه وكذلك معرفة للحاضر الذي نقيم فيه. وتدلنا دراسة تاريخ العلم على أن كثيرا من النتائج التي توصل إليها القدماء لا تزال محتفظة بصحتها وأهميتها، وقد كانت في كثير من الأحيان مصدر إلهام للمحدثين في مكتشفاتهم ومخترعاتهم.

لذا فتاريخ العلم تاريخ شيق لأنه تاريخ الفكر البشرى، كما أنه يبعث الماضي متكاملا بقدر الإمكان وكأنه آلة الزمن نتصور من خلالها أسلافنا فلاسفة ومفكرين وصانعي حضارة عبر آلاف السنين. ونرى من خلاله كيف انتقلت العلوم والحضارة من موطن إلى موطن منذ عصر قدماء المصريين حتى يومنا هذا.ولكننا نلاحظ أنه في النصف الثاني من القرن التاسع عشر أصبحت حركات التبادل الثقافي ذات شكل هجومي عنيف من الغرب تجاه العالم الإسلامي، حتى صار هم كثير من المستشرقين يتمثل في العمل على طمس كل ما من شأنه أن يوحي بما كان للعرب والمسلمين من آيات الحضارة ومعالم الثقافة. والدليل على ذلك أن

ولذلك سوف أهتم بإنجازات العرب والمسلمين الفلكية مع مقارنة أعمالهم بما وصل إليه العلم الحديث، وتوضيح إسهامهم في النهضة الحديثة التي نعيشها الآن إن شاء الله. ولعلنا بذلك نزيح عن العرب والمسلمين شيئا مما ألصق بهم من تهم، على أننا ما فتئنا في بداية المطاف وطريق الحق طويل وعسر، ومازالت القناطير المقنطرة من المخطوطات العلمية مكدسة في الزوايا المهجورة أو على رفوف المكتبات المتباهي بها، لم ينفض عنها غبار ولم يزح عنها ستار.

وقبل هذا التناول سوف أتحدث عن مسيرة علم الفلك قبل ظهور الإسلام وكيفية انتقاله للدولة الإسلامية.من الحق علي لكل من تفضل وأطلع على مسودات أوراقي أن أذكر أن أكثر ملاحظاتهم قد أفادتني، وبذلك أخرجت الكتاب في هذه الصورة، فلهم مني الشكر الجزيل والله من وراء القصد وهو يهدى السبيل

د. مجدي يوسف أمين

الباب الأول

الفلك قبل العصر الإسلامي

علم الفلك هو أقدم العلوم الطبيعية. وقد قامت شعوب الحضارات القديمة التي ينتمي إليها كل من البابليين والمصريين والصينيين والهنود، بأخذ أرصاد فلكية **وذلك لسببين:** فمن ناحية اعتبرت الأجرام السماوية آلهة وحركتها إرادة الآلهة ومن ناحية أخرى نبعت الأرصاد الفلكية من الحاجة إلى تقسيم زمني. وقد أمكن عن طريق الرصد التكهن التقريبي بأماكن تواجد الأجرام السماوية في أوقات لاحقه على الرغم من عجز الأقدمين عن تفسير حركات تلك الأجرام. وفي هذا المجال وكذا الإنسان القديم اهتمامه –أساسا- على حركات النجوم الجوالة، والتي انتمى إليها
الشمس والقمر وما يرى بالعين المجردة من الكواكب: عطارد- الزهرة- المريخ- المشترى- زحل. وقد أدت التخيلات الدينية لحركات الأجرام على الكرة السماوية إلى الاعتقاد بإمكانية معرفة الإرادة الإلهية من خلال أماكن الأجرام السماوية الشيء الذي أدى إلى حرفة التنجيم.

الفصل الأول

الفلك عند قدماء المصريين

المدخل الأول: تمهيـد:

بدأ المصري القديم يفكر ويتصور ويخمن كيف امتدت الأرض Earth ، وما طبيعة الشمس sun والقمر Moon والنجوم Stars ، ومن أين جاءت. وكذا أدرك المصري القديم تعاقب الليل والنهار بانتظام وحدوث التغيرات المصاحبة لظهور مجموعات نجمية Constellations ذات أشكال معينة واختفاء أخرى، وحركة الكواكب السيارة Moving planets التي ترى بالعين المجردة (1). وتدل الآثار المصرية القديمة على اهتمام المصريين برصد مواقع الأجرام السماوية Celestial bodies وحركتها ودراستها دراسة جدية منذ فجر التاريخ (2)، ولكنهم لم يهتموا برصد الكسوف والخسوف وتسجيلهما بانتظام، ولكن كان لهم وجهة نظر في حركات القمر والكواكب (3). وقد اهتم المصريون وأغلبهم من القساوسة بالتقاويم calendar بالذات لتحديد موعد فيضان النيل مسبقا (4)، ومن الآثار الدالة على اهتمام المصريين برصد مواقع الأجرام السماوية أهرامات الجيزة، وصورة البروج Zodiac التي كان يحلى بها سقف متحف دندرة والموجودة الآن في متحف اللوفر ، و ذلك لأنهم كانوا يتخذون الشمس والقمر وبعض الأجرام السماوية ألهه (5) ثانوية يتقربون بها إلى الله خالق كل شيء وهو الواحد القهار (2).

المدخل الثاني: معاني الأجرام السماوية عند المصريين:

قدس المصريون القدماء بعض الأجرام السماوية تقربا إلى الله تعالى (6)، الذي كان قبل كل شيء وسيبقى بعد كل شيء، فقد اعتبروا آمون رب العالم غير المرئي، وكوكب زحل Saturn إله الأرض، أما الشمس فكانت تمثل رع Re ، وهناك كثير من الأساطير تحكى رحله الشمس اليومية Daily movement of the sun وهي التي أدمجت الشمس في رع، فتصف النصوص شروق الشمس Sun rise على الشاطئ الشرقي

أما القمر فكان يمثل إيزيس أحد أبناء السماء Sky والأرض، وحور الابن الثاني للسماء والأرض توجد له خمس صور لها رءوس الصقر كانت تمثل الكواكب السيارة Wandered الخمسة، أما الابن الأخير (ست) فهو مصدر الزلازل Earthquakes والأعاصير Cyclones والصواعق... وكسوف الشمس Solar eclipse وخسوف القمر Lunar eclipse (6).وكان (شو) يمثل إله جو الأرض Atmosphere ، وهو يرتكز بقدميه على الأرض، وإله الحب والجمال (هاتور) فكانت تمثله الزهرة (6) Venus .واستخدم المصريون أيضا المعالم الجغرافية لوادي النيل في وضع رموز الكواكب والأبراج، فبرج الدلو Aquarius رمزه جزيرة الفذتين تجاه أسوان، والمريخ Mars رمزه مدينة إدفو، وبرج الحوت Piscis رمزه آسنا وكوكب المشترى Jupiter رمزه أر منت وبرج الحمل Pries رمزه طيبه، أما كوكب الزهرة فقد كان رمزه دندرة(6).

المدخل الثالث: الشمس عند قدماء المصريين:

كان قدماء المصريين يعتقدون أن الأرض منبسطة وتقع مصر في وسطها وعند الأركان الأربعة للأرض توجد أربعة جبال شاهقة ترتكز عليها قبة السماء المصنوعة من الحديد، ويتخلل هذه القبة ثقوب تظهر فائدتها عندما يحل الظلام، إذ تسرع الآلهة الصغيرة بتدليه المصابيح خلالها، فإذا ما اقترب الفجر سحبتها إلى أعلى ثم يبدأ الإله الأعظم رع إله الشمس في رحلته اليومية (9).

ولقد أوضح العالم الإنجليزي نورمان لوكيار Norman Lukyar العلاقة بين معابد القدماء المصريين والشمس من دراسة لأثارهم، فوجد أن بعض المعابد يشير جدرانها إلى الجهات الأصلية الأربعة Original Fronts إي إلى اتجاه شروق الشمس وغروبها Sun rise and set في الإعتدالين

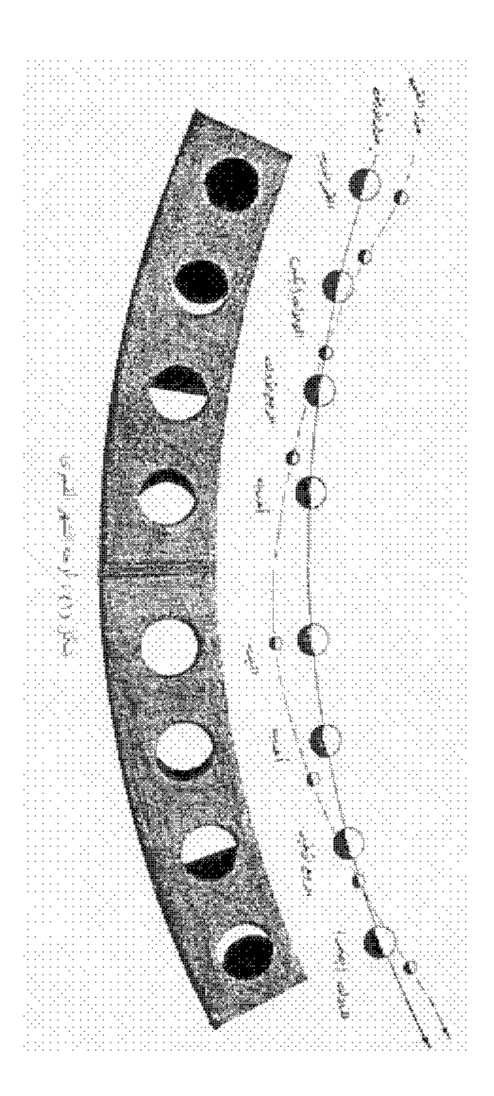
المدخل الرابع: التقويم المصرى (الفرعونى):

قام المصريون القدماء بوضع تقويم Calendar وأحكموا صنعه، حتى قال عنه خبراء التقاويم إنه التقويم الوحيد الذي وضع بذكاء في التاريخ البشرى كله (7). زار المؤرخ اليوناني هيرودوت مصر في القرن الخامس قبل الميلاد وسجل في الفصل الرابع من كتابه الثاني ما معناه:" وبخصوص الشئون الإنسانية كانت التقارير التي أعطيت لي متفقا عليها من جميعهم كما يأتي: لقد قالوا أن المصريين هم أول من اكتشف السنة الشمسية Solar year وقسموا مدارها Ecliptic إلى أثنى عشر جزءا. حصلوا على هذه المعرفة من النجوم Stars وقد استنتجت أنهم أمهر بكثير من اليونان في اختراع عامهم، لأن هؤلاء الأخيرين يضيفون شهرا month كاملا في كل عامين، ولكن المصريين قسموا السنة إلى أثنى عشر شهرا من ذات الثلاثين يوما يضيفون إليها خمسة أيام أخر، حيث دائرة الفصول Ecliptic تعيد نفسها بانتظام... وفي معظم هذه الحالات أقنعوني بأن ما قالوه صحيح..." (12)

وقد كانت أول خطوة ابتكرها المصريون لوضع أول تقويم بوجه عام، هي تقسيم نجوم السماء إلى 36جزءاً، صغيرا وسموا كل مجموعه بديكان Dekan . ومن تعين وقت شروق هذه النجوم قبل شروق الشمس (الشروق الافتراضي) تمكن المصريون من تعيين ابتداء كل فتره مكونه من عشرة أيام (13).

ولقد مر التقويم المصري بمرحلتين: ففي الأولى قسم المصريون ألسنه إلى 365 يوما وجعلوها أثني عشر شهرا، كل شهر ثلاثون يوما حيث عرفه المصريون على أنه تعاقب الليل والنهار، وتوجد خمسة أيام تضاف في أخر كل عام (7). ولقد لاحظ المصريون القدماء توافق فيضان النيل مع بداية رؤيتهم نجم الشعري اليمانية Sirius أول مرة ناحية الشرق قبل شروق الشمس مباشرة، فعلى امتداد شهرين يظهر نجم الشعري مع الشمس ويظل غير مرئي إذ يضيع ضوءه بين أشعه الشمس، وفي شهر يوليو July يظهر نجم الشعري قبل الشمس ويتفق هذا مع بداية فيضان النيل Periodic inundation of the Nile وبمتابعة هذا الحدث وجدوا أنه يتكرر كل 365 يوما (14). وقد أخذوا مدة الشهر من حركة القمر حول الأرض (15). ثم قسموا الشهر إلى ثلاثة أقسام كل منها عشر أيام، وقسمت ألسنه إلى ثلاثة فصول كل منها أربعة أشهر وهي: الفيضان Inundation والشتاء والصيف، وكانوا يكتبون التاريخ على سبيل المثال: سنه 5 ثالث شهر من الشتاء يوم 13 (7). وقسم المصريون الليل والنهار إلى 24 ساعة، ومع ذلك لم تكن ساعاتهم متساوية الطول، فأختلف طول كل ساعة من ساعات ضوء النهار الأثنى عشرة وكذلك ساعات الظلام باختلاف فصول ألسنه Seasons ، ففي فصل الصيف كانت ساعات النهار طويلة وساعات الليل قصيرة والعكس في فصل الشتاء والساعات المتساوية في الطول كانت في فصل الفيضان (7).

وأيضا فقد ابتدع المصريون الأسبوع Week كفترة زمنية تتمشى مع أطوار القمر Moon phases فالقمر يستغرق حوالي سبعه أيام منذ ولادته Crescent or new moon حتى يصبح تربيعا أولا First quarter ثم سبعه أيام أخرى ليكتمل بدرا full moon وسبعه ثالثة ليصير تربيعا ثالثا Third quarter

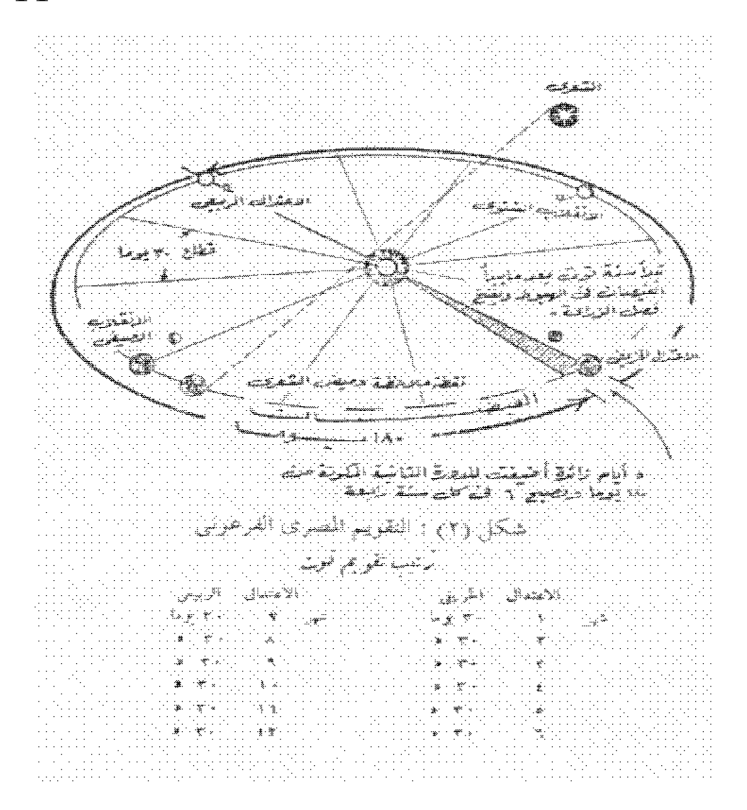


أما في الحالة الثانية فقد ابتدع توت الطبيب الحكيم تقويما جديدا حيث جعل وقت الاعتدال الخريفي هو يوم ابتداء ألسنه في تقويمه، وكان اختياره هذا منطقيا ومعقولا بالنسبة لمصر، لأنه موسم زراعة وعودة

وأسماء الشهور المصرية هي: طوبة وأمشير وبرمهات وبرمودة وهي تخص فصل الشتاء أو الزراعة في التقسيم الأول، وبشنس وبؤونة وأبيب ومسرى وهي تخص فصل الصيف أو الحصاد في التقسيم الأول، وتوت وبابه وهاتور وكيهك وهي تخص فصل الفيضان في التقسيم الأول (12). والتقويم المصري المتخذ من السنة 365 يوما استخدمه علماء الفلك الهيلينيستيون في حساباتهم وظل مستعملا في العصور الوسطى واقتنع به كوبرنيكس. كما كان هذا التقويم هو الأساس الذي بنى عليه فيما بعد في العصر الحديث التقويم الجريجوري المعروف الآن بالتقويم الميلادي (18).

ولقد أطلق المصريون على شهور السنة أسماء الألهه. **وأسماء الشهور تبعا لتقويمهم هي (6):**

1-توت: وهو بالهيروغليفية "توت"، ويعنى إله الحكمة والعلم. وكانوا يحتفلون به في جميع أنحاء البلاد لمده أسبوع. ولا يزال أقباط مصر يحتفلون به ويسمونه عيد النيروز.



2-بابه: وهو بالهيروغليفية "بي ثب وت" ويعنى إله الزرع حيث تغطى الأرض المحاصيل الزراعية.

3-هاتور: وهو اسم الزهرة إله الجمال حين تزين المزروعات وجه الأرض.

4-كيهك: وهو بالهيروغليفية "كاهاكا" وهو يمثل الثور المقدس إله الخير.

5-طوبة: وهو بالهيروغليفية "طوبيا" أو "الأعلى" ويعنى اسم اله المطر ومن اسمه اشتق اسم مدينة طيبه.

6-أمشير: وهو اسم غير معروف تماما، ألا أنه يتميز بالأعاصير الجوية.

7-برمهات: وهو بالهيروغليفية "بامونت" وهو اله الصهد، إذ تأخذ درجة الحرارة في الارتفاع وتهب رياح الخماسين الحارة كما نعرفها اليوم.

8-برمودة: وهو بالهيروغليفية "باراموت" ويعنى إله الفناء حيث ينتهي الزرع.

9-يسنس: وهو الهيروغليفية "باخشو" أو إله الإظلام الذي يعمل على إزالة الظلام فيصير النهار أطول من الليل.
10-بأونه: وهو بالهيروغليفية "با أونى" وفيه يبلغ الحر أشده، وهو يعرف اليوم باسم بأونه الحجر.
11-أبيب: وهو بالهيروغليفية "هوبا" أو فرح السماء بسبب انتهاء التحاريق وفيضان النيل.
12-مسرى: وهو بالهيروغليفية "ميت رع" أو إبن الشمس.
أما الأيام الخمسة الباقية فقد سميت "كوجى انافوت" يعنى الشهر الصغير وكانت تعتبر احتفالات وأعياد. وكل أربع سنوات يضاف ستة أيام احتفالات بدلا من خمسة. وكان القدماء المصريون يعتقدون أن هذا الشهر الصغير هو الأيام التي ولدت فيها الآلهة الآتية (11):
أوزيريس: هو إله الزراعة والبعث.
إيزيس: هي زوجة أوزيريس وهي ربة السحر والجمال.
ست: هو أخو أوزيريس وهو إله الشر والعقم والجدب.
نفتيني: زوجة الإله ست.
حوريس الكبير: وهو إله السماء والفضاء.
وقد تم إضافة اليوم السادس كل أربع سنوات في أيام الملك سيتي أو أبنه رمسيس الثاني وذلك حتى تستقيم السنة مع الفصول. وقد أطلق المصريون على السنة الكبيسة، 366يوما، أسم "رنبيت نفر" أي السنة الكاملة (13). وكان للمصريين تقويما قمريا يبدأ بعدم ظهور القمر المتناقص (أي من بعد طور البدر) في الصباح. ولقد ربط المصريون بين التقويم القمري، والشمس عن طريق دورة كل 25 سنة بها 16 سنة صغيرة بكل منها 12 شهرا قمريا. وكانت هذه الدورة معروفة تماما لعلماء الفلك اليونانيين باعتبارها أساسا ملائما لحساب الظواهر القمرية بالسنوات المصرية (19).

المدخل الخامس: رصد النجوم:

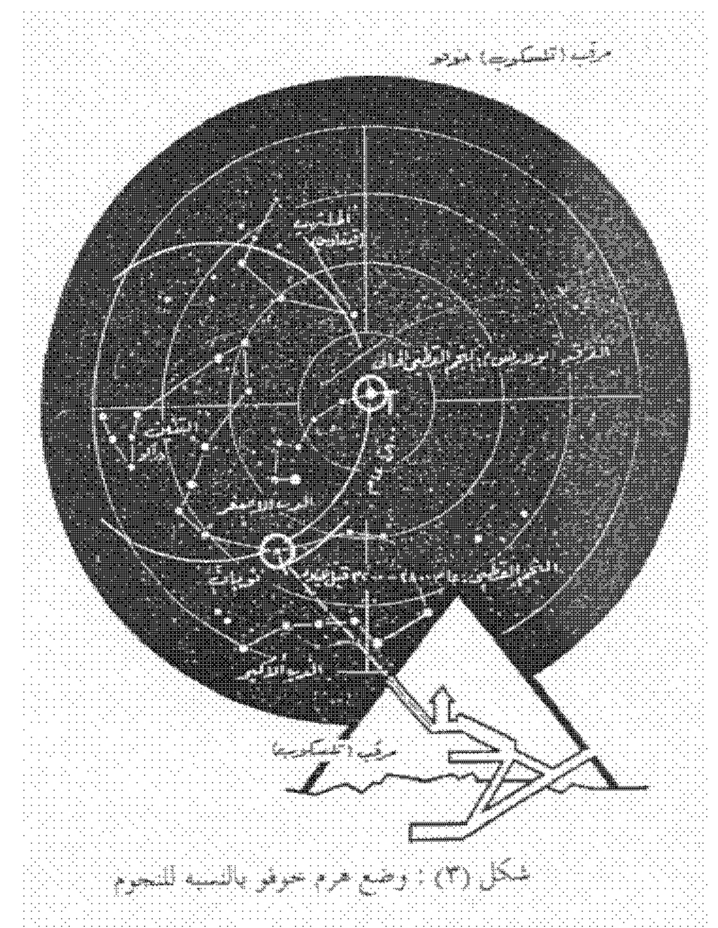
اهتم المصريون برصد النجوم Stars observations ، وأصدق مثال على ذلك نجوم وكواكب السماء التي نقشت في معبد سيتي الأول بوادي

تشير الدراسات إلى المجهودات الضخمة التي بذلها المصريون في سبيل تغيير اتجاهات محاور المعابد الغير شمسية، وفي الحالات القليلة الأخرى التي استحال فيها القيام بهذا العمل بنيت معابد جديدة مجاورة لتقيهم تحويل المحاور القديمة، إلى جانب ذلك يوجد بعض ازدواجيات من المعابد، يشير أحدها إلى اتجاه بضع درجات جنوب الشرق بينما ينحرف الآخر نفس العدد من الدرجات جنوب الغرب، ومعنى ذلك أن الأول منها يرصد شروق نجم معين بينما يرصد الثاني غروب هذا النجم نفسه (9).

المدخل السادس: فلك أهرامات الجيزة:-

قام المصريون القدماء ببناء أهرامات الجيزة Pyramids منذ زمن بعيد، وقد شيدت هذه الأهرامات على خط عرض Latitude 30 درجة شمالا وشيدت أضلاع قواعدها مطابقة للجهات الأربعة الرئيسية، كما أن ممراتها المائلة تنطبق على المستوى الزوالي (22) Meridian . استنتج محمود باشا الفلكي أن ممرات الأهرامات الداخلية كانت تستعمل كالآلات الزوالية لرصد الأجرام السماوية قبل غلق الأهرامات، وأن ضوء الشعري اليمانية كان عموديا على الوجه الجنوبي للهرم الأكبر عام 3300 قبل الميلاد، وقد فتح الخليفة المأمون مدخل الهرم ووصل إلى مخدع الملك خوفو حيث التابوت، وفي هذا العصر تم فتح الباب الأصلي للهرم المواجه للشمال (6).

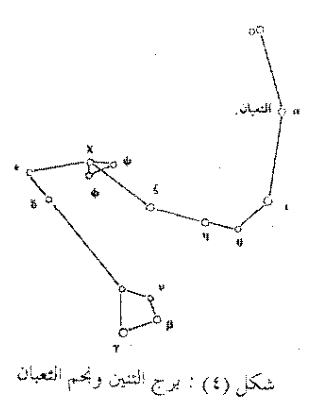
وقد ظهر أن الملك خوفو قد تأثر كثيرا بما كان يمارسه كهنة المعابد المصرية في بحوث الفلك، فأمر بدوره ببناء منظار Telescope داخل هرمه وقتما كان البناء في طور الإنشاء، ولم يكن ذلك المنظار من النوع الموجود في وقتنا هذا، بل كان عبارة عن مجرى بسيط أو قناة أسطوانية الشكل تمر خلال جدار البناء ومصوبة نحو السماء (تسمى الممر الهابط) وتفتح فتحتها الخارجية على جانب المثلث الخارجي لوجه الهرم الشمالي، أما الفتحة الداخلية السفلي التي كان يطل منها الراصد فكانت في غرفة القبر داخل قلب المقبرة الصخرية على عمق كبير كان كل من ينظر خلال هذا المنظار يرى قناة المنظار موجهة إلى تلك الناحية الخاصة من السماء وهي التي تظهر منها النجوم والكواكب ساكنة، وكأنها ثابتة لا تتحرك، لأن مجال دوران الكواكب فيها بطئ جدا.ومن ميل الزاوية التي كانت فتحة المنظار مصوبة منها، أمكن الحكم على أن الملك كان يراقب النجم القطبي North pole في ذلك الوقت من التاريخ، كما في شكل (3) (17).



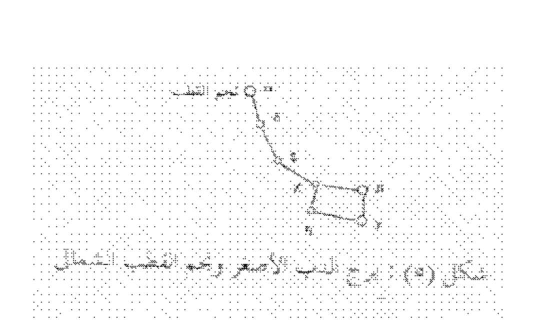
شكل (٣) : وضع هرم خوفو بالنسبة للنجوم

وقد أثبت علماء الفلك أنه نجم الثعبان Thuban ، و أن الملك لا ريب كان يتخيل أن ذلك النجم ينظر إليه بدوره، وأنه كان يعتقد أن ذلك النجم سيبقى في انتظاره عندما يبعث ثانية في حياة ما بعد الموت.

ومن الأجرام التي أثارت الجدل حتى الآن بين العلماء في تحديد عمر الهرم هو نجم الثعبان (توبان) الذي يقع في برج التنين Draco كما في شكل (4) يقول علماء الفلك أن نجم الثعبان كان نجما للقطب الشمالي قبل 4800 سنة من الآن (23). ونعنى بمصطلح نجم القطب ما تسفر عنه عملية تحديد محور الأرض جهة الكرة السماوية Celestial sphere ، إذ أن نجما ما سيقع على ذلك الامتداد، أو أقرب ما يمكن منه، نسمى ذلك النجم



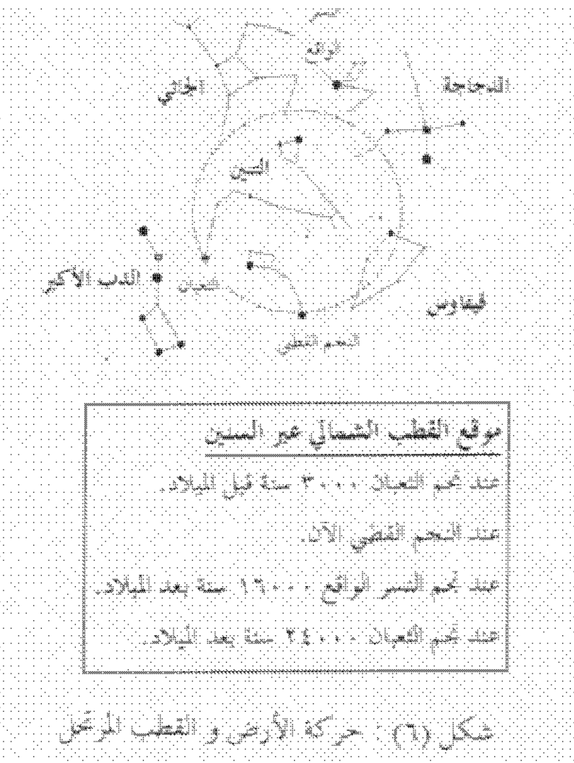
شكل (٤) : برج التنين ونجم الثعبان



شكل (٥) : برج الدب الأصغر ونجم القطب الشمالي

كان نجم الثعبان أقرب ما يمكن إلى امتداد محور الأرض عام 2830 قبل الميلاد، يتطابق ذلك التاريخ مع بدء العصر الذهبي لبناة الأهرام من السلالة الرابعة، ويتفق المؤرخون على أن توجيه هرم خوفو الأكبر قد تم عن طريق رصد النجوم كما يقولون:إن تصميم الممر الهابط داخله هدفه الإشارة إلى نجم الثعبان مباشرة (24).

أكد الفلكي برسيفال لويل عام 1912م على أن اتجاه الممر الهابط يشير إلى نقطة تقع تحت القطب بثلاث درجات وأربع دقائق، كما في شكل (6)، أي النقطة التي



شكل (٦) : حركة الأرض و القطب المرتحل

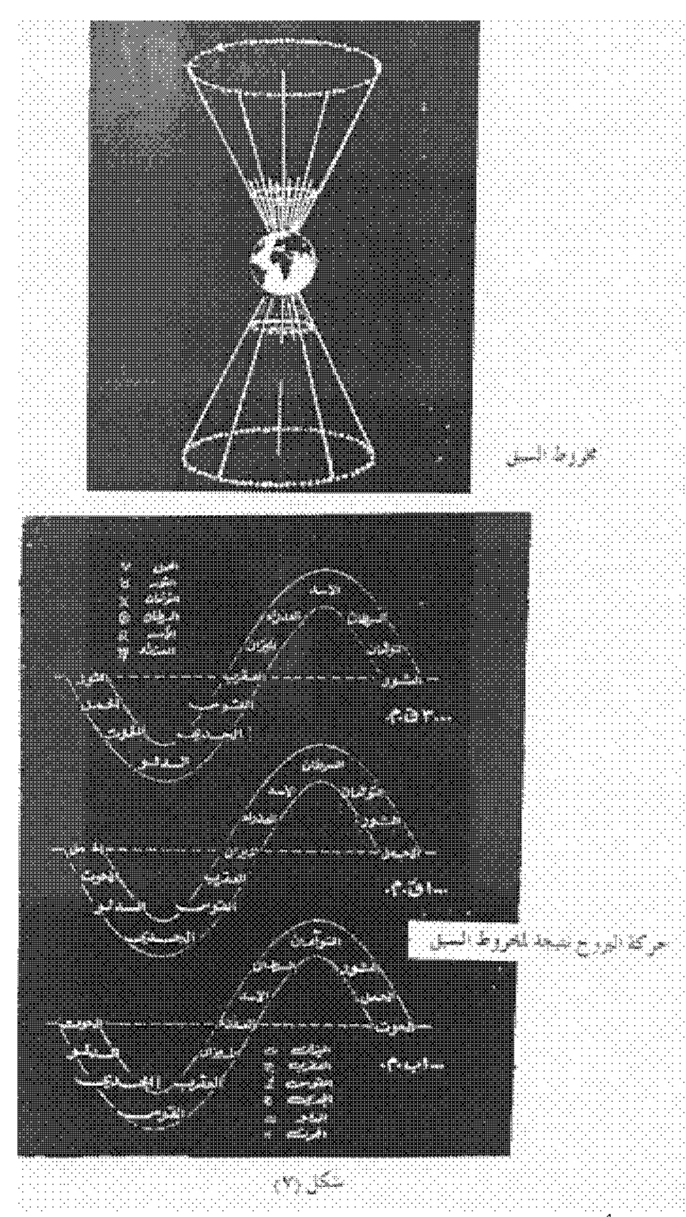
احتلها نجم الثعبان قبل أو بعد مروره بأقرب موقع له من (5) القطب الحقيقي بمدة تساوى 645 سنة، وذلك بعد الأخذ في الاعتبار انكسار الضوء في الغلاف الجوى Atmospheric refractions وقد حصل لويل نتيجة لذلك على تاريخيين ممكنين هما 3140 قبل الميلاد أو 2140 قبل الميلاد، أما الحسابات الحديثة فتحدد أحد تاريخيين محتملين لمرور نجم الثعبان من أقرب نقطة له من القطب الفعلي وهما 3475 قبل الميلاد أو 2185 قبل الميلاد (24). كان لويل نفسه قد رفض التاريخ الأحدث استنادا لما نعرفه عن تاريخ مصر القديمة، وبذلك لم يبقى إلا التاريخ الأقدم وهو 3475 قبل الميلاد كتاريخ محتمل، ومهما يكن من الأمر فإن كلا من التاريخيين 3140 قبل الميلاد و3475 قبل الميلاد سيكون مرفوضا من خلال تحليل علماء التاريخ للسلالة الفرعونية الرابعة. حيث يضع المؤرخون المعاصرون فترة حكم خوفو فيما بين 2700 و 2600 قبل

وتفسير هذا التداخل يمكن أن يتلخص في أحد التفسيرات الآتية:

1- لقد أخطأ المؤرخون فعلا فيما يتعلق بتاريخ المباشرة ببناء الهرم، إذ أن ذلك التاريخ سبق حكم خوفو بـ 800 عام، أي أن البناء بدأ عام 3475 قبل الميلاد وفق الشاهد الفلكي، إلا أن المختصين بتاريخ مصر لا يجدون أي دليل يؤكد هذه الإمكانية (17، 23، 24)

2- أصاب المؤرخون فيما ذهبوا إليه من أن المبادرة إلى بناء الهرم تزامنت مع حكم خوفو سنة 2600 قبل الميلاد، أما عن مرور محور الممر الداخلي بالقرب من نجم الثعبان فهو مصادفة لا خلفية لها. إلا أن نجم الثعبان كان أقرب ما يمكن للقطب إبان عهد خوفو، وأخيرا فإن الممر بوضعه الحالي يشير إلى نقطة من السماء خاوية تقع جنوبي القطب الفعلي بحوالي ثلاث درجات (17، 23، 24).

3-لا نستبعد أن يكون المهندسون المصريون قد اكتشفوا ترنح الأرض Precession . فالأرض تلف حول نفسها وفق محور يمتد من جنوبها إلى شمالها، إلا أن قوى المد التثاقلي للقمر ترنح هذا المحور عن موضعه بشكل دوري، لذا ينجز هذا المحور حركة مخروطية تامة الاستدارة مرة كل 2600سنة (17)، كما في شكل (7).



مخروط السبق

حركة البروج نتيجة لمخروط السبق

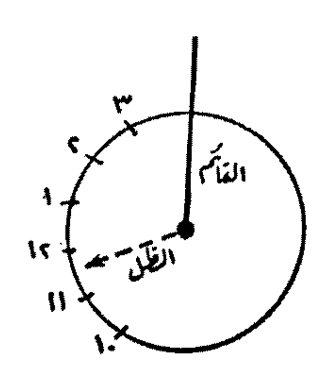
شكل (٢)

وفي أثناء الترنح يمر امتداد المحور بالقرب من نجوم متعددة في السماء، يصلح كل نجم منها في حينه لأن يكون نجما للقطب، ثم يتكرر دورة كنجم للقطب بعد 2600 سنة تالية، وأن المهندسين المصريين وجهوا الممر

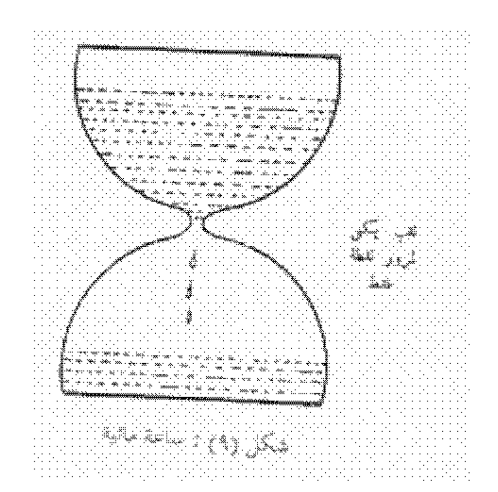
4- أن تكون الحسابات الفلكية والتقديرات التاريخية غير متناقضة، وأن القصد لم يكن الإشارة إلى نجم الثعبان، بل إلى حيز من السماء قدم من جهته زوار غرباء للأرض أخفقوا في بناء جسور التفاهم مع المصريين القدماء، فعادوا أدراجهم وخلد المصريون الحادث بعد ذلك ببنائهم هرم خوفو (24).

المدخل السابع: ألا لآت الفلكية عند المصريين:-

استخدم المصريون أدوات فلكية بارعة مكنتهم من أجراء الرصد بدقة. من هذه الآلات الساعات الشمسية (المزولة) Quadrant : وهي عصا مستقيمة تنصب على سطح أفقي، كما في شكل (8) ويكون لها ظل يتغير بتغير مسار الشمس وتتحدد الساعة من
طول ظل العصا الذي يكون أقصر ما يمكن عند الظهيرة (9).وفي بعض الأحيان كانت المسلات العالية الرشيقة في مصر عبارة عن مؤشرات لساعات شمسية (26). والساعات المائية التي تستخدم لتحديد الوقت في الليل بصفة خاصة، وهي آلة ذات شكل أسطواني بها ثقب من أسفل يسمح بمرور الماء بصورة تدريجية وعلى الآلة خط يدل على الساعة بصورة مدرجة كلما انخفض مستوى الماء فيها (9)- وهناك أنواع أخرى من هذه الساعات يعتمد على الامتلاء حيث يسقط الماء فيها تدريجيا من إناء آخر كما في شكل (9) (27).



شكل (٨) : المزولة

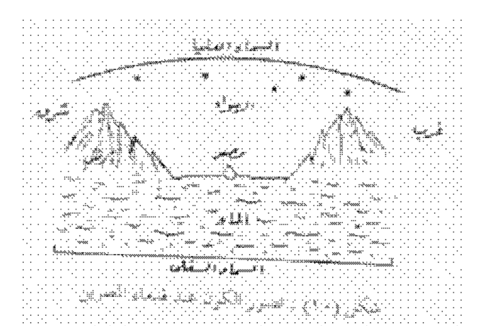


شكل (٩) : ساعة مائية

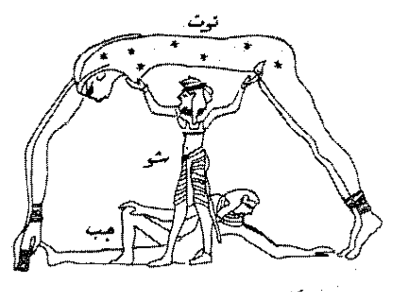
المدخل الثامن: صورة الكون عند المصريين:-

كـون المـصريون فكـرة عـن صـورة العـالم Cosmography تبعـا لجغرافيـا وادي النيـل (7)، فقد تـصور القـدماء المـصريون الكون cosmos شريطا طويلا يمتد من الجنوب إلى الشمال وكأنه يلهث خلف النيل، وتقف الجبـال العاليـة حـول النيـل ووادبـه لتحميـه مـن خطـر الـصحارى ويظلـل الجميع سماء صـافية تلمع فيهـا النجوم (كمـا في شكل 10) (27). اعتقد المـصريون القـدماء أن الكـون كـان مـن البدايـة عبـارة عـن المـاء الأزلـي (البحر المحيط)، [الذي سماه فيما بعد الإغريق الأوقيانوس] ، ثم انسلخ منـه الأرض والـسماء، وقفز مـن المـاء الإلـه آمـون رع وقـام بخلـق الهـواء (شـو) وأمـره أن يفصل بـين أختـه (نـوت) الـسماء وأخيهـا (جـب) الأرض، وتكفل إلـه السماء بأن يمسك السماء فلا تقع على الأرض (27).

وتـشير أسـاطير فرعونيـة أخـرى أن الـسماء ترتكـز علـى أربعـة أعمدة غير مرئية عند الأفق وقد صـور قدماء المصريين هذه الأسطورة علـى جدران معابـدهم ومقـابرهم، فتظهـر (نـوت) محيطـة بالـسماء حاملـة نفسها على أطراف يديها وقدميها وتظل الأرض من تحتها ويحملهـا (شـو) (كمـا فـي شكل 11) (9). وتـصوروا أيـضا أن هنـاك أعمـدة أو جبـال عنـد الأفق تساعد الإله (شو) في حمل السماء، أما حـواف العـالم فاعتقدوا أنهـا الأمـاكن التـي تنـشأ فيهـا الريـاح Wind ، وفـي مقبـرة سـيتي الأول صـور



شكل (١٠) : تصور الكون عند قدماء المصريين



شكل (١١) : الهة السماء عند قدماء المصريين

الفصل الثاني

علم الفلك عند البابليين

المدخل الأول: تمهيد:-

من المعروف أن شعوب الشرق الأوسط كانت متصلة فيما بينها، ومن المحتمل أنها استفادت من بعضها ولكنها تطورت بشكل مستقل عن بعضها فاكتسبت ميزات خاصة بها.

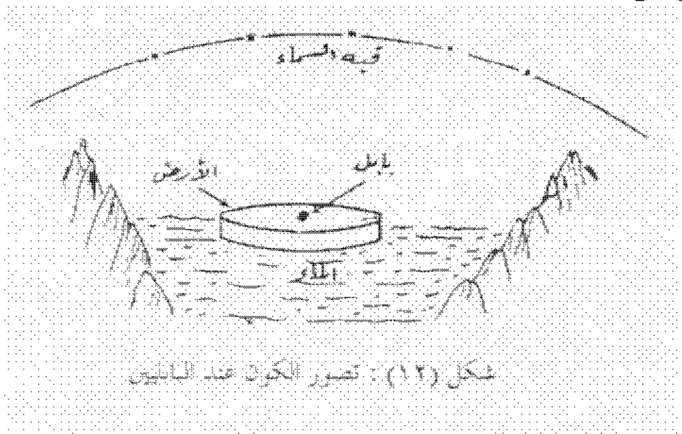
لذا سلك البابليون خلال فجر حضارتهم على ضفاف دجلة والفرات وساروا بعلم الفلك عبر طريق يختلف إلى حد كبير عن ذلك الذي سلكه المصريون على ضفاف النيل. حيث إن البابليين استخدموا الحسابات الرياضية في علم الفلك، مثل حساب الفصول والتقويم وطول النهار والليل، وحسبوا كبس الأشهر القمرية لجعل السنة القمرية مساوية للسنة الشمسية حيث عرفوا بطريقة حسابية مبدأ إضافة سبعة أشهر قمرية في دورة زمنية مقدارها 19عاما. وعرفوا كيفية حساب موعد الخسوف والكسوف وتعيين مواقع بعض النجوم والكواكب، وأوجدوا مبدأ الأبراج الإثنى عشر، ومبدأ الإسطرلاب الذي تطورت عنه آلة الإسطرلاب فيما بعد عند العرب (28).

وكانت البروج ذات أهمية عظمى في حياة البابليين، حيث كان من المعتقد بالنسبة للأعياد الدينية والكثير من الأحداث في الحياة السياسية والاقتصادية أنها تعتمد على ظواهر وتشكيلات سماوية معينة (19).

ولقد فكر البابليون في العالم world وأوجدوا فكرة العناصر الأولية وقالوا إن المادة مكونة من عناصر هي السماء والماء والهواء والأرض ووضعوا لكل منها إلها (28). لقد عبد البابليون الكواكب، لذا استخدم سيدنا إبراهيم عليه الصلاة والسلام هذه الكواكب في إثبات وجود الله عز وجل (29)، قال تعالى: وكذلك نرى إبراهيم ملكوت السموات والأرض وليكون من الموقنين. فلما جن عليه الليل رأى كوكبا قال هذا ربي فلما أفل قال لا

المدخل الثاني: صورة الكون عند البابليين:-

اعتقد البابليون أن الكون كان في البداية الماء الأزلي الذي تكون منه كل شيء، وتصوروا الأرض كسفينة طافية فوق الماء وتحف بها الجبال عالية وتظلها السماء، والسماء محمولة فوق أعمدة فيما وراء البحر، كما هو مبين في شكل (12)، وأن الآلهة تسكن فوق الجبال المحيطة بالأرض، والشمس في غروبها تختفي خلف أحد هذه الجبال (27). وتصور أهل بابل السماء كأنها سبع طبقات منفذة، وجعلوا في كل طبقة أحد النيرين (الشمس والقمر) والكواكب الخمسة حسب مسافة بعدها عن الأرض.



شكل (١٢) : تصور الكون عند البابليين

المدخل الثالث: تطور الفلك عند البابليين:-

وصل الفلك عند البابليين إلى أعلى مستوى بين الأقدمين، وذلك نتيجة عمليات الرصد المستمر للكواكب والنجوم، فقد رصد البابليون مجموعات نجمية كثيرة قسموها إلى ثلاث مجموعات، قسموا المجموعة الأولى منها إلى 12مجموعة أو برج، وتصوروا أن لكل برج رئيسا من

المدخل الرابع: التقويم الفلكي عند البابليين:-

كان من جراء رصد النجوم والكواكب واستخدام أدوات رصد مناسبة مثل المزولة والساعات المائية وغيرهم أن تجمعت لدى البابليين جداول فلكية عديدة، ووضعوا تقويما ذكيا يستند أساسا إلى حركة القمر منذ 4000 سنة مضت (27). كانت أطول الشهور في هذا التقويم تقاس من ظهور هلال القمر حتى ظهوره التالي في المساء المبكر، ومن تلك الملاحظة اكتشف البابليون أن الشهر القمري يضم 29 أو 30 يوما شمسيا أحيانا متعاقبة بانتظام (19). واعتبر البابليون السنة 12 شهرا قمريا وطولها 354 يوما.

وكان للبابليين تقويما شمسيا يبدأ برصد ظهور نجم الدبران Aldebaran قبل شروق الشمس مباشرة. وطول السنة الشمسية عندهم 365 يوما مقسمة على 12 شهرا، وكل شهر 30 يوما، والأيام الخمسة الباقية أطلقوا عليها أسماء ولم تعط أرقاما. ولقد وجد البابليون علاقة عملية بين التقويميين القمري والشمسي تتكون من دورة ذات تسعه عشر عاما تضم سبع سنوات ذات 13 شهرا قمريا واثنتي عشرة سنة ذات 12 شهرا. وقد أقترح هذه الدورة أيضا ميتون عام 432 قبل الميلاد في أثينا. وهذه الدورة تعرف الآن باسم الدورة الميتونية التي تستخدم في حساب عيد الفصح في التقويم المسيحي (19).

أسماء الأشهر المستعملة حتى اليوم: كانون أول، شباط، آذار، نيسان، أيار، حزيران، تموز، آب، أيلول، تشرين أول، تشرين ثاني وهي من أصل بابلي(31)، وقسم البابليون الشهر إلى فترات كل منها سبعة أيام سموا كل فترة منها بالأسبوع، وهذه الأيام السبعة من أصل كوكبي ذلك أنهم عرفوا سبعة كواكب سيارة هي: الشمس والقمر والزهرة والمريخ والمشترى وزحل وعطارد، حيث إن هذه الكواكب كانت تظهر في أول ساعة من اليوم المسمى بها (32). وقد قسم البابليون اليوم إلى 24 ساعة والساعة إلى 60 دقيقة والدقيقة إلى 60 ثانية (31). والأسابيع البابلية لم تكن مستمرة في نظام تتابعها مثل أسابيعنا الآن، بحيث لا يتغير أول أسبوع بأول الشهر، بل كان نظام الأسبوع البابلي هو ضرورة أن يكون اليوم الأول من كل شهر هو اليوم الأول من الأسبوع الذي يقع فيه (27).

المدخل الخامس: الكسوف والخسوف عند البابليين:-

رصد البابليون ظاهرة كسوف الشمس وخسوف القمر، غير أنهم لم يعرفوا لها تفسيرا صحيحا، وترجع أقدم المعلومات عن الحوادث الفلكية عندهم إلى ما قبل عام 2000 قبل الميلاد، وإن كانت تحتوى التفسيرات التنجيميه Astrology لبعضها، وأكثر الأرصاد المؤثرة جدا هي خسوف القمر الذي يرجع إلى عام 721 قبل الميلاد (4).

بلغ علم الفلك عند البابليين ثمرته ما بين القرن الخامس والسادس قبل الميلاد(4)، وفي هذا الوقت كان معروفا زمن الدوران الحقيقي للكواكب السيارة وكذلك دورة ساروس (33). وكان أعظم إنجازات البابليين تتمثل في جداول كدنو للقمر (380قبل الميلاد) التي استطاعوا بمعرفتها حساب أول وقت ممكن لرؤية الهلال بعد ميلاده. وقد بنى الإغريق معلوماتهم الفلكية على المعرفة البابلية (4).

ربط البابليون بين الفلك والظواهر الفلكية والأحداث التي تقع على سطح الأرض وكذلك تأثيره على الزراعة والتجارة ومعرفة الأحوال الجوية في فصول السنة المختلفة (31).

وفي القرن الخامس قبل الميلاد أغار الفرس على البابليين وفتحوا بلادهم واستبدوا بهم فثقل ذلك على البابليين فهاجر كثيرا منهم إلى البلاد المجاورة. وبذلك انتهت حضارة بابل (35).

الفصل الثالث

علم الفلك عند الصينيين

المدخل الأول: صورة الكون عند الصينيين:-

كان للصينيين القدماء تراث فلكي يبدأ من القرن الثامن قبل الميلاد (4)، فقد تصور الصينيون الكون وقد بدأ بانفصال الأرض عن السماء، وأن الأرض محاطة بالماء، وأن الأرض مثل البيضة وعزوا لون السماء الأزرق إلى فعل النظر وأن الشمس والنجوم تسبح في الفراغ (27).

المدخل الثاني: التقويم الصيني:-

يقال إن التقويم الصيني بدأ في حكم الإمبراطور الأصغر هو انج-تي Haung- Ti سنة 2704 قبل الميلاد، حيث قام ليشون وكذلك تا- ناو بوضع التقويم الستيني المعروف باسم تشيا- ترى (13). أي أنه بدلا من عد السنين بالقرون (كل 100سنة) فإن الصينيين يتخذون دورات كل منها 60سنة. وهذه الدورة الستينية ترجع إلى حركة الكوكبين المشترى وزحل (36). وعادة تسمى كل سنة من سنين الدورة الستينية بواسطة أسم مركب يجمع بين اسم من الفروع الأرضية التي تناظر البروج، سوف نذكرها فيما بعد، وأخر أحد المواد: الخشب، النار، الأرض، المعدن، والماء (37). وكل سنة من هذه السنوات لها رب يترأسها من الآلهة التي يعبدها الصينيون، وهذا الرب أو الإله يكون من مواليد هذه السنة (13).

واستخدم الصينيون أيضا التقويم القمري الذي يتكون من 12 إلى 13 شهرا (27). ثم تحولوا بعد ذلك إلى التقويم القمري الشمسي حيث كان طول السنة الصينية تتكون من 12 شهرا قمريا. وكل شهر يحتوى على 29 أو 30 يوما. والسنة الشمسية المستخدمة في التقويم الصيني تعتمد على موقع الشمس في منطقة البروج.

وتبدأ السنة الصينية في أول شهر قمري بعد دخول الشمس برج الدلو Aquarius ، وهذا يعنى أن أول السنة لا يبدأ قبل 21 يناير ولا بعد 19 فبراير. وتنقسم السنة الصينية إلى 24 جزءا. وكل جزء يحتوى على

ولحل هذه المشكلة ففي القرن السادس قبل الميلاد أقر علماء الفلك الصينيون أن كل 19 سنة شمسية يتفق ظهور القمر الجديد مع الوضع الصيفي للشمس Aphelion وبذلك تضم كل 19 سنة شمسية 235 شهرا قمريا، أي أن كل 19 فترة صينية يكون هناك خمس سنوات كل سنة منها تضم 12 شهرا و 7 سنوات تضم كل منها 13 شهرا (27). وفي عام 1913 أصبحت الصين جمهورية وقد اتخذت رسميا التقويم الميلادي. ولكن الغالبية العظمى من الشعب الصيني قد أصرت على عدم اتباع التقويم الميلادي وظلت تستعمل فيما بينها التقويم الصيني القديم (13).

المدخل الثالث: رصد النجوم عند الصينيين:-

اهتم الصينيون برصد النجوم وعرفوا منها 28 مجموعة نجمية (27). وصرفوا النظر عن إيجاد قوانين تصف حركة الكواكب السيارة (4). وقد كانت بروج الصينيين تناظر الفروع الأرضية، حيث كانت تسمى: الفار، الثور، النمر، الأرنب، التنين، الثعبان، الحصان، الكبش، القرد، الديك، الكلب، والخنزير البرى (13).

اهتم الصينيون أيضا بإثبات الوقائع الفلكية مثل: الكسوف والمذنبات Comets والشهب Meteor والبقع الشمسية sun spots بدقة كبيرة، وربما كان ذلك هو السبب في إمكانهم التنبؤ بأطوار القمر Moon phases وحسابهم للكسوف مسبقا خلال القرن الأخير قبل الميلاد، ومازالت أرصادهم منذ عام 700 قبل الميلاد ذات قيمة عظيمة (4). من شدة ملاحظة الصينيين لنجوم السماء رصد علماء الفلك الصينيون الانفجار العظيم Super Nova الذي حدث للعديد من النجوم (39) مثل النجم 1006 الموجود في مجموعة الذئب Lupus والنجم 1054 الموجود في مجموعة الثور Taurus ، وبقاياه اليوم مرئية كسحابة ترابية أو سديم السرطان crab Nebula . ورصدوا أيضا النجم 386 الموجود في برج القوس Sagittarius والنجم

الفصل الرابع

الفلك عند الهنود

المدخل الأول: تمهيد:-

ترجع بدايات النشاط العلمي في الهند إلى منتصف الألف الثاني قبل الميلاد بعد تأثر الهنود بعلوم وحضارات البابليين والصينيين وغيرهم من الأمم (27). وقد اهتم علماء الهند بعلم الفلك لاعتقادهم أنه من أهم المجالات لتطبيق أفكارهم الحسابية (31). واعتبارا من القرن السادس قبل الميلاد زاد الاتصال بين الحضارة الهندية والحضارات الأخرى وخاصة في العصر الهلينستي. وأدى ذلك إلى ظهور مؤلفات فلكية هندية أهما السد هانت. وذكر البيروني أن هذا الكتاب يتضمن جداول فلكية وحركات الكواكب وخسوفات الشمس والقمر ونظام الكون وأعمال أخرى خاصة بالتنجيم بالإضافة إلى وصف بعض أدوات الرصد كالمزولة الشمسية وجهاز الكرة ذات الحلقات (27).

المدخل الثاني: صورة الكون عند الهنود:-

تصور الهنود أن مركز الكون قائم على جبل يدعى مرو، و أن محور قطبي العالم يمران بهذا الجبل، وتصوروا وجود سبع مناطق موحدة المركز وأقرب هذه المناطق إلى المركز تضم أربعة قارات الهند إحداها، وأن هذه القارات تقع في الجهات الأصلية بالنسبة للهند (27).

المدخل الثالث: التقويم الهندي:

استخدم الهنود تقويما قمريا شمسيا وأخر قمريا، وقسموا السنة إلى 360 يوما موزعة على 12شهر، وجاءوا بشهر ثالث عشر يتكون من 25 أو 26 وأحيانا 30يوما لسد الفرق بين السنة القمرية والشمسية، وهذا الشهر كان يضاف كل خمس سنوات. وقسم الهنود السنة إلى ثلاثة فصول متساوية الطول كل منها أربعة أشهر، وعرفوا الأسبوع الذي يتألف من سبعة أيام تسمى بأسماء الكواكب (27،42).

المدخل الرابع: رصد النجوم عند الهنود:-

تعرف الهنود على مجموعتين من النجوم تضم إحداهما 27 مجموعة والأخرى تضم 28 مجموعة، واعتبروا هذه المجموعات بيوت القمر الذي ينزل فيها كل يوم خلال الشهر القمري (27). والمصدر الوحيد الذي وصل إلى العرب من نتاج علماء الهند في الفلك هو كتاب السند هند ومما يلفت النظر في هذا الكتاب طريقة الهنود في حسابات حركات الكواكب واعتقادهم بأنها خلقت جميعا في أول برج الحمل Aries ثم بدأ كل منها في الحركة بسرعة تغاير سرعة الأخر فكان هذا سببا في افتراقها عن بعضها، ولكنها بعد فترة 4320 مليون سنة سوف تعود مرة أخرى إلى التلاقي في نفس المكان وحينئذ ينفخ في الصور ويفنى العالم (27). وكان فراها ميرا الذي توفي عام 587 ميلادية هو أول من حاول أن يتعرف على أماكن الكواكب وحركتها كما نوه على كروية الأرض (41).

الفصل الخامس

الفلك في العصر الإغريقي

المدخل الأول: تمهيد:-

تبدأ الحضارة الإغريقية بهوميروس في القرن التاسع أو الثامن قبل الميلاد (43)، بعدما انتقلت العلوم والمعرفة من الشرق الأوسط Middle east إلى اليونان عن طريق آسيا الصغرى (تركيا) وسورية وفلسطين ومصر (28)، حيث ارتحل الكثيرون من كبار علماء وفلاسفة اليونان لتلقى العلوم، وعلى الأخص الرياضيات Mathematics والفلك Astronomy ، في مصر وبابل.

ومن هؤلاء العلماء العالم الرياضي طاليس الذي عاش في الفترة من 624 إلى 547 قبل الميلاد، كان قد قضى وقتا في مصر وبابل، والعالم الرياضي فيثاغورس (570-500قبل الميلاد) كان هو الأخر قد سافر إلى تركية وبابل وقضى في مصر عشرين عاما وتلقى العلم فيها على أيدي كهنتها (28). والطريق الآخر الذي نقلت به الحضارة لليونان هي الحروب والتجارات والاتصالات التي كانت بين اليونان ودول الشرق الأوسط (44). والمعتقد أن طاليس هو أول علماء الإغريق الذين عرفت آثارهم العلمية، حين ظهرت في القرن السابع قبل الميلاد في ملطية ، و كانت الحروف الهجائية قد انتقلت إلى الإغريق من الفينيقيين (43) قبل ذلك بقرنين من الزمان (44). وفي القرن السادس قبل الميلاد، كان سلطان الإغريق قد أمتد على ما جاورهم من بلاد وغدت لهم مستعمرات (44). وقد اهتم اليونانيون بصفة خاصة بمسببات الحدث أكثر من الحدث نفسه (4)، لذلك تطورت العلوم والمعرفة بشكل عظيم وكونت أسس الرياضيات والمنطق والفلسفة كما نعرفها الآن (28). وربما كان ذلك هو السبب في أن النظريات الأولى لمجموعة الكواكب وضعت في بلاد اليونان، وقد كان الإغريق أول من حاول وضع تفسير نظري لحركة الكواكب النسبية – The apparent motion of the planets وقد انطلق الإغريق في هذا الوقت من مبدأ أن الأجرام السماوية آلهة مقدسة تسير بصورة مثالية (4)، وأنا أعتقد أن هذه الحركة تكون الدائرة المنتظمة.

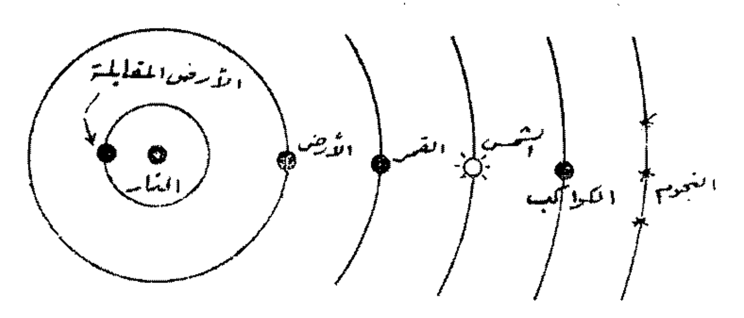
وقد ساهم الإغريق مساهمة فريدة من نوعها بتطبيق العلوم الهندسية للحصول على القياسات الأساسية للكون وقد أطلقوا اسم "سيلين" على القمر وهي أصل الكلمة المعروفة الآن بـ "سيلينولوجى" أي دراسة القمر (45).

المدخل الثاني: صورة الكون عند فلاسفة الإغريق:-

فقد بدأ العلم الفلكي اليوناني بطاليس (624- 547 قبل الميلاد) الذي أثبت أن القمر يستمر ضوءه من الشمس، كما أنه تنبأ بحدوث كسوف للشمس من دراسته للجداول الفلكية التي رصدها البابليون حول هذه الظاهرة (27)، وقد تصور أن الأرض عبارة عن قرص سابح في الأوقيانوس (46).

ولقد تصور الشاعر الإغريقي إمبيدو كليس ، وعالم الطبيعة في القرن الخامس قبل الميلاد أن الأرض تقف في الفضاء تحت تأثير رياح دوامية هائلة Jet- Streams ، وهذه الرياح في دورانها المستمر حول الأرض تصد الأجرام السماوية فلا تهوى إلى الأرض وتدمرها، كما إنها هي السبب في حركات الأجرام السماوية إذ تدفعها لتدور حول السماء (9). وقال أيضا إن القمر يدور حول الأرض (27). أما أنا كسا جوراس المعاصر لـ إمبيدوكليس فكان يرى أن هذه الدوامات من الرياح حطمت أجزاء صغيرة من الأرض وقذفت بها نحو السماء على هيئة نجوم تضئ نتيجة للاحتكاك الناشئ بينها وبين الرياح (9)، وأنا أعتبر أن هذه أول فكرة بشرية عن تكوين النجوم.ثم جاء فيثاغورس وأتباعه في القرن السادس قبل الميلاد، وأدركوا أن الأرض كروية وبرهنوا على ذلك بأفكار إيمانية أكثر منها علمية.يقول فيثاغورس (13، 27): إن السماء هي جزء من كرة وأن الدائرة هي أكمل الأشكال الهندسية، والكرة أجملها كما إن قرص الشمس والقمر مستديرين، وحيث إن الأرض هي موطن الإنسان وأعظم المخلوقات فلابد أن تكون الأرض كروية الشكل ..." .ورد فلاسفة اليونان هذه الأفكار بعد ذلك.ولقد استنتج فيثاغورس كروية الأرض من ظلها المتكور على القمر أثناء خسوفه.

وتخيل هؤلاء العلماء وجود أجرام سماوية تسعة ذات شكل كروي لها نفس المركز وأنها تتحرك في مدارات دائرية مرتكزة على كرات مجسمة ويتولد من دورنها الموسيقى السماوية كما في شكل (13) (27).



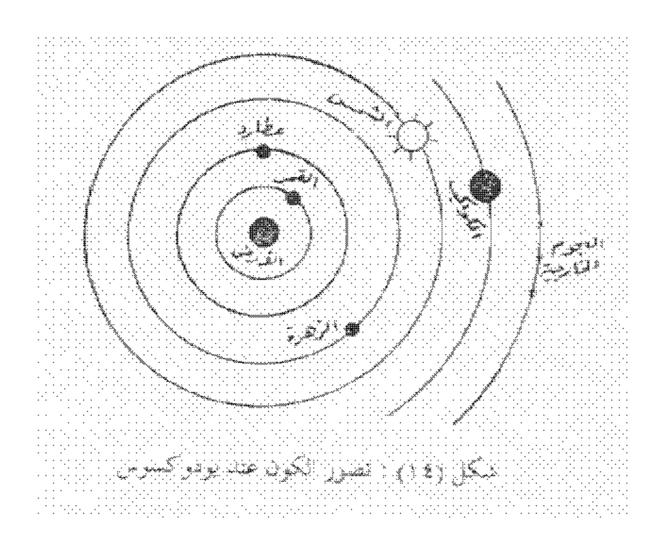
شكل (١٣) : تصور الكون عند الفيثاغوريين

وهذا التخيل أنتج نظرية مضمونها أن الفترات بين النغمات الموسيقية تعادل تماما المسافات بين الكواكب، فالكواكب الخمسة والشمس والقمر تؤلف سلما موسيقيا كاملا، ولكل جسم سماوي نغمة موسيقية خاصة به، وحين تسير هذه الأجسام في مساراتها تتألف نغماتها لتعطى موسيقى جميلة لا دنيوية (9). ولقد أضاف هؤلاء العلماء فوق التسع أجرام جسم عاشر هو الأرض المقابلة Anti – earth تمجيدا للعدد المقدس عشرة (27). وعرف تلاميذ فيثاغورس أن الأرض تدور من الغرب إلى الشرق West to east مرة كل يوم حول مركز ثابت وذلك من خلال ملاحظتهم الدقيقة، واعتقدوا أن هذا المركز هو النار المركزية Central fire وليست الشمس، وعللوا عدم وجود النار المركزية بأن وجه الأرض المقابل لنا يتحرك دائما بعيدا عن هذه النار، وكذلك عللوا عدم رؤية الأرض المقابلة بوجود النار المركزية دائما بين الأرضيين (27،4).

في عام 345 قبل الميلاد جاء هيراقليس وأسقط فكرة الحركة حول النار المركزية، وافترض أن الشمس والكواكب تتحركان حول مركز مشترك بحيث تقع الشمس والأرض دائما في مقابل بعضهما، أما حركة النجوم الظاهرية التي افترضت مثبتة في كرة كبيرة أطلق عليها كرة

ثم تطور الفكر الفلكي على يد أرسطو أحد تلاميذ أفلاطون (384-322 قبل الميلاد) على أساس التجربة البسيطة التي تقول:" إذا حركت أرضا وماء وهواء في وعاء مقفل ثم تركتها برهة شاهدت فقاقيع الهواء تتصاعد فوق السطح، أما الأرض فتتساقط حيث القاع حيث إن الأرض هي أثقل العناصر وبالتالي فهي في النظام الكوني مكانها المركز، وطالما أن الأرض استقرت في المركز بينما النجوم والكواكب لم تستقر مكانها فهي في حركة سنوية حول الأرض الساكنة" (27).

وفسر حركة النجوم والكواكب في الكون وفق نظرية معاصرة عالم الرياضيات والفلك يود وكسوس الكيندى، المولود في كنيد عام 408ق.م، الذي درس على يد أفلاطون وسافر إلى آسيا الوسطى حيث ألم بعلوم الفيثاغورسيين في الرياضيات، كما سافر إلى مصر حيث نهل من علوم المصريين القدماء (47). وفي هذه النظرية تصور لشكل الكون على أنه عالمان مختلفان أحدهما تحت القمر والأخر عالم فوق القمر كما في شكل (14) (27). لاقت هذه النظرية قبولا لدى الفلكيين خاصة أنها قدمت تفسيرا لحركة الكواكب الظاهرة بالنسبة إلى النجوم الأبعد، وهي أن الكواكب تدور بسرعة أكبر من سرعة النجوم.



شكل (١٤) : تصور الكون عند يودوكسس

اعتقد أرسطو أيضا أن الأرض كروية الشكل، وأنها ساكنة في مركز الكون، ولم يقبل فكرة دوران الأرض، وعلل أرسطو على كروية الأرض بسبب فعل الجاذبية Gravity حيث تنجذب جميع أجزائها بقوة متساوية إلى مركزها، وساق أرسطو مثل الحجج التي نسوقها الآن للتدليل على كروية الأرض، فقد ذكر أن الإنسان كلما سار في الأرض شمالا أو جنوبا وجد تغيرا كبيرا في عدد النجوم التي يراها فوق رأسه، وقال إن هناك نجوما ترى في مصر أو قبرص لا يراها الرائي في المناطق الشمالية ويدل هذا على كروية الأرض (27). ولما كانت الأرض صغيرة الحجم فإن انحناءها لابد أن يكون شديدا، وألا لما أحدثت كل هذا التغير عند ناظر السماء في مسافة صغيرة على سطح الأرض، وتبين أرسطو أن ظل الأرض على سطح القمر في أثناء الخسوف يكون مستديرا، وكانت ظاهرة الخسوف معروفه لفلاسفة ذلك العصر، واتخذها أرسطو دليلا قويا على كروية الأرض، لأن الظل يشبه في شكله الأصل، وقد أخذ الرومان والعرب بعد ذلك براهين أرسطو هذه دليلا على كروية الأرض (27).

اعتقد بعض فلاسفة الإغريق أن الأرض رغم اتساعها الظاهري ما هي إلا جسم صغير في الكون الفسيح وحاولوا تقدير حجمها وقياس محيطها، واعتمدت طريقتهم في ذلك على قياس ارتفاع نجم Altitude of star

أما العالم اليوناني أناكسمندروس (546 ق.م) فهو من علماء الفلك البارزين، وهو أول من عرف المزولة واعتبر الأرض أسطوانية الشكل تسبح في الفضاء (31).

وقد طور علماء اليونان نظرية التنبوء عن رداءة الجو، التي ابتكرها علماء بابل (31)، إلا أنه كانت هناك حدود للمعلومات المتاحة للإغريق، فقد حكم على أنا كساجوراس (ولو أن الحكم لم ينفذ) من أجل قوله أن الشمس طبيعة نارية ومن أجل الجدال الذي أثاره بأن من الأرض والقمر تكونتا من نفس المادة (45).

من المعروف أن أفلاطون (429-347 ق.م) قد وجه سير تطور الفلك الرياضي Mathematical- astronomy بافتراضه أن للحركات السماوية نظما خاصة للحركات الدائرية المنتظمة.

ولقد قام الرياضي يود وكسوس (408- 355ق.م) بمحاولة لتحقيق هذا المطلب في نظريته عن الكرات المتمركزة Central spheres ، والتي افترضت للشمس والقمر ولكل واحد من الكواكب الخمسة الأخرى مجموعة من الكرات الدوارة تدخل كل منها داخل الأخرى، بحيث تحتوى كل كرة من المجموعة الكرات الداخلة فيها (45). وحدد مكان الجسم السماوي على خط استواء (الوسط) الكرة الداخلية. وكان من الضروري اختيار محاور الدوران والأزمنة المدارية بحيث تكون حركة الجسم الناتجة مناظرة لما يمكن مشاهدته فعلا. واحتاج يود وكسوس إلى سبعة وعشرين كرة: واحدة للنجوم الثابتة وأربعة لكل واحد من الكواكب الخمسة وثلاثة للشمس ومثلها للقمر (45). ويرسم كل كوكب منحنى على شكل 8 على سطح الكرة الثانية في مجموعته. وتفسر الحركة حول هذا المنحنى،

وتوضح هذه النظرية وجهة نظر الإغريق في الفلك الرياضي. فليس فيها أية إشارة إلى آلية تسبب حركة الأجسام الفعلية، كما أنها لا تتساءل عما صنعت منه الكرات ولا عن طريقة تراكبها في الطبيعة ولا عن مصدر قوتها الدافعة. فهي كرات رياضية، وأقصى كرة داخلية في أية مجموعة لا تعنى في الحقيقة الشمس أو القمر أو كوكبا ما، وإنما هي نقطة رياضية تمثل جسماً ما (45).

المدخل الثالث: مدرسة الإسكندرية وعلم الفلك:-

عندما غزا الاسكندر الأكبر (356- 323ق.م) مصر في عام 332ق.م، أمر بإنشاء مدينة الإسكندرية، حيث أصبحت عاصمة العلم والحضارة (27). وبعد وفاة الإسكندر الأكبر في سنة 323ق.م أصبح بطليموس المقدوني واليا على مصر، ثم ملكا عليها عام 305 حتى 258 ق.م(48).

اهتم بطليموس الأول (بطليموس سوتر) بمدينة الإسكندرية، حيث كان محبا للعلم والعلماء وازدهرت في عصره البلاد، وقد استدعى عددا من علماء أثينا البارزين ووفر لهم حياة رغده كريمة في مدينة الإسكندرية. وانشأ بطليموس في بداية عهده مؤسستين ثقافيتين اشتهرت بهما الإسكندرية وهما الجامعة والمكتبة (27).وكانت الجامعة تضم قاعات كبرى للدرس ومجالس العلماء وكل ما تحتاجه العملية التعليمية. أما المكتبة فقد كانت ليس لها مثيل في العالم وقتذاك، حتى بلغ عدد مجلداتها ما يقرب من 700 ألف مجلد في شتى العلوم.

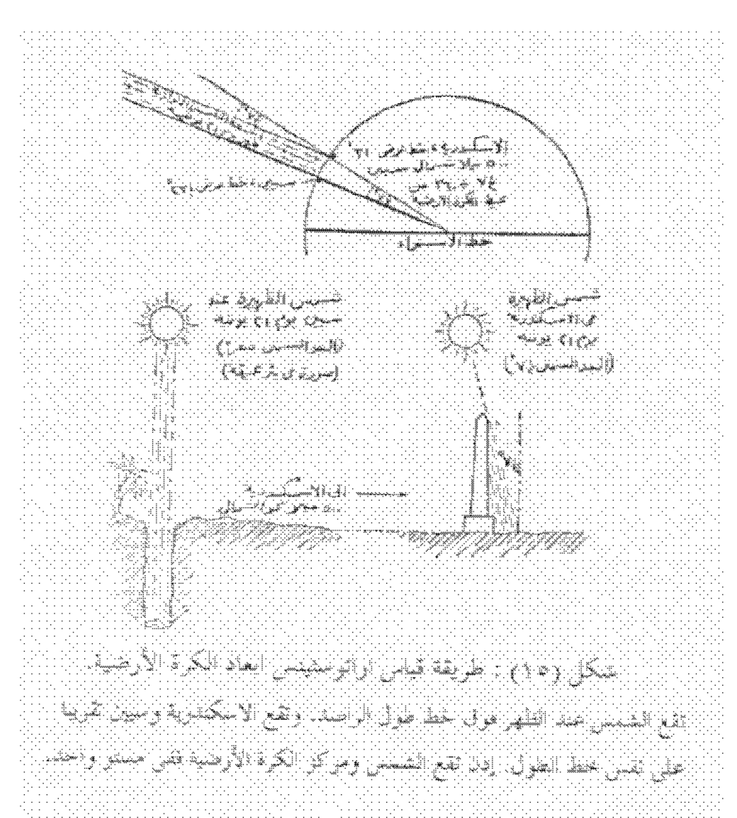
ويعد إنشاء جامعة الإسكندرية أهم حدث علمي في القرن الرابع قبل الميلاد حيث أصبحت ملتقى الحضارات وامتزجت فيها وانصهرت عناصر حضارات الشرق والحضارة اليونانية (الهللينية) وتبلورت عن ذلك عناصر حضارة جديدة هي الحضارة الهللينستية (أي المتأغرقة) تميزا لها عن الحضارة الهللينية الخالصة. وبالتالي أصبحت الإسكندرية

لقد كان العصر السكندري نسبة إلى إسكندرية مصر من أزهي عصور العلم، حيث لعبت جامعة الإسكندرية دورا رائعا في تقدم العلوم التي غطت على علوم أثينا، وإن ظلت فلسفة أثينا قائمة (44).

ولقد شهدت هذه الجامعة نشاطا عظيما في القرن الأول من وجودها واستمر علماؤها في الفلك ومنهم اريسطو لوس وتيموخارس اللذان كانا أول من رصد مواقع النجوم، وإراتو شينس الذي قاس محيط الأرض، وأريستاخورس أول من نادى بمركزية الشمس، ومنهم أيضا العظيم بطليموس القلوزى وهيبارخوس.

المدخل الرابع:- الإنجازات الفلكية لعلماء مدرسة الإسكندرية:-

1-إراتوشينس:- كان إراتوشينس أول من قاس نصف قطر الأرض واستنتج منه محيط الأرض على أساس علمي حيث قام برصد اتجاه الشمس عند المنقلب الصيفي، أي بداية فصل الصيف، في كل من الإسكندرية Alexandria وأسوان في بلدة "سيين" Syene التي تقع على مدار السرطان باستخدام المزولة، وقد وجد الشمس وقت الظهر كانت عمودية تماما في أسوان وأما في الإسكندرية فكان لها ميل (كما في شكل 15) (52،51،17). وبقياس زاوية هذا الميل عن العمودي فوجدها تساوى 1/5 7 درجة وهي تعادل 1/50 من دائرة وعاء مزولته 360 درجة، وحيث إن 1/5 7 درجة تساوى المسافة من الإسكندرية إلى أسوان، فإن 360 درجة تقابل محيط الأرض كله. وكان الفرق بينه وبين القيمة الحديثة تساوى 430كم (52،51،27).



شكل (١٥) : طريقة قياس اراتوستينس ابعاد الكرة الأرضية.
تقع الشمس عند الظهر فوق خط طول الواحد. وتقع الاسكندرية وسيين تقريبا على نفس خط الطول. إذا تقع الشمس ومركز الكرة الأرضية في مستوى واحد.

2-اريستاخورس:- عاش اريستاخورس في الفترة 310 إلى 230 قبل الميلاد، وهو أحد بناة النماذج الكونية. لقد أبدع اريستاخورس طريقة لقياس البعد النسبي للقمر وللشمس عن الأرض باستخدام أطوار القمر Moon- phases وهندسة مداره (4)- Orbital Geometry ، واستنتج من ذلك أن الشمس أبعد بكثير من القمر، حيث يتراوح بعد الشمس عن الأرض بمقدار يتروح بين 18-20 ضعفا لبعد القمر عن الأرض، ومن معرفة مقدار زاوية رؤية Angular diameter قرص الشمس من على سطح الأرض استنتج أن حجم الشمس يكافئ سبعة أمثال حجم الأرض بينما القمر يكافئ ثلث الأرض(24، 53)، وهذه القيمة غير صحيحة بالقياسات الحديثة. بين اريستاخورس أن الكون الحقيقي أكبر بكثير من الكون المرئي كما كان معروفا آنذاك، ومن استنتاجه أن الشمس اكبر من الأرض استنتج أن الشمس هي مركز المجموعة الشمسية وليست الأرض (27)، ولقد علل

ـا كانت النظريات في ذلك الوقت لتفسير حركات الكواكب للمجموعة الشمسية فلسفية بحتة، فيما عدا رأى اريستاخورس ، أهتم هيبارخوس [190- 125 قبل الميلاد] وبمساعدة نظرية التدوير التي وضعها برجي من وصف حركات الأجرام السماوية رياضيا (4). وأصبح لأول مرة ممكنا بمساعدة هذه النظرية عمل تنبؤات مسبقة لمواقع النجوم الجوالة (الكواكب) على الكرة السماوية مثلما عمل البابليون بواسطة أرصادهم ، وقد طور بطليموس (90-160 بعد الميلاد) نظرية هيبارخوس (4). وقد حسب أيضا هيبارخوس المسافة إلى القمر في حدود 10% من المسافة الصحيحة (46)، ولقد كانت هذه الدقة إنجازا عظيما إذا ما قدرنا ما كان يشوب هذه القياسات الأولية من شكوك كبيرة. وكذلك لاحظ هيبارخوس مواقع حوالي ألف نجم (45، 51، 52، 53)، ومن ثم نشأ علم الفلك بالرصد.

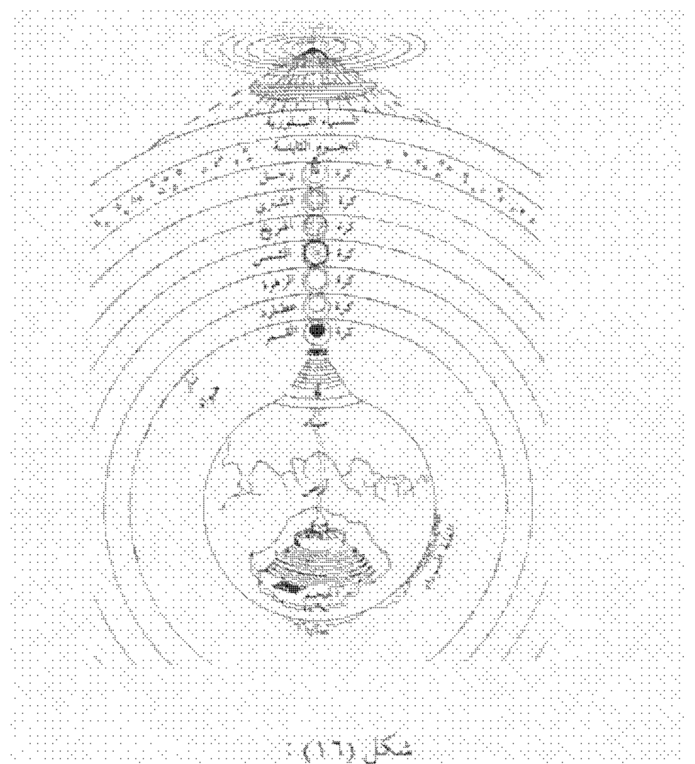
4-بطليموس:- هو كلاوديوس بطليموس Ptolemy الفلكي الرياضي والجغرافي، ولد في مصر حوالي عام 90 وتوفي حوالي 160 ميلادية من والدين يونانيين وعاش بالإسكندرية. على الرغم من أنه ليس أهم الفلكيين القدماء إلا أنه أشهرهم، ويرجع ذلك إلى أن أعماله نقلت كاملة على عكس الآخرين (49). وقد اعتبر بطليموس أحد المعلمين المهمين ضمن المحاولات المبكرة للفكر البشرى الرامية إلى فهم الكون. بلغ بطليموس أوج شهرته في القرن الثاني الميلادي وقد ذاع صيته بوصفه فلكيا متميزا

بـة للنجـوم بهـا
نحـو أكثـر مـن 1022 نجـم موقـع فيهـا مواقـع وأقـدار كـل نجـم علـى حـدي، [ويعـرف القـدر بحيـث أن الفـرق الـذي يـساوى قـدراً Magnitude واحـدا بـين نجمين يعنـى أن أحـدهما ألمـع مـن الأخـر بـالجزر الخـامس للعـدد 100، أي نحـو 2.512]، وعلـى هـذا فـإذا أختلـف نجمـان فـي القـدر بخمـسة أقـدار فـإن أحدهما يكون ألمع من الآخر بمائة مرة (52،51،49).

وقـد قـسم بطليمـوس نجـوم الـسماء إلـى 48 كوكبـة Constellations ، وكل كوكبة تأخذ شكل كـائن حـي أو غيـر حـي، بحيـث يكـون منهـا 21 فـي الشمال و15 في الجنـوب و12 فـي الجـزء المتوسـط، أي فـي المنطقـة التـي تتحـرك فيهـا الـشمس فـي سـيرها الـسنوي حـول الأرض، والأثنــاء عـشر صورة الواقعة في الجزء المتوسط تعرف بـالبروج Zodiac (52،51،49).

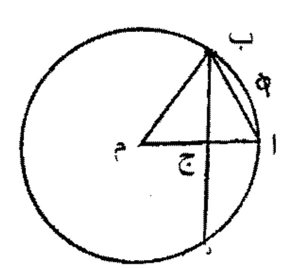
فسر بطليموس حركات السيارات (الكواكب) والشمس والقمر بدلالة نظام بارع للحركات الدائرية المتمركزة بالأرض. لقد افترض خطأ أن الأرض هي مركز الكون، ووضع الكواكب والشمس حولها في مسارات دائرية وفق الترتيب التالي: القمر، عطارد، الزهرة، الشمس، المريخ، المشترى، زحل (كما في شكل 16) (9،52) ولما كانت المشاهدات تؤكد أن حركة هذه الأجسام في السماء ليست حركة منتظمة، فقد تصور بطليموس أن كلا من هذه الأجسام يتحرك حول الأرض بحركة مركبة، واحدة دائرية حول الأرض والأخرى حركة حول هذه الدائرة.

وهذا التفسير الهندسي استخدمه بطليموس ليفسر الحركات المرصودة للكواكب وذلك للتوافق مع فلسفة تتطلب موقعا مركزيا ثابتا للأرض وحركات دائرية للأجرام السماوية الأخرى ولم يكن هناك سببا فيزيائيا خاصا كان على أساسه وجوب التحرك طبقا لهذه النماذج الهندسية، إلا أنه لم يكن معروفا في تلك الأيام إلا قليل من القوانين الفيزيائية، وأصبح هذا النظام هو الصورة الرسمية للعالم في أوربا (4).



شكل (١٦) :
نموذج تخطيطي للكون مستوحى من الكوميديا الإلهية لدانتي ويعود لعام ١٣١٠ ميلادية. تتوضح في النموذج أفكار بطليموس بعد ١١٩٠ سنة من طرحها، فالسموات قد رتبت في سبع كرات تقع الأرض في مركزها المشترك. نشاهد في الأعلى دائرة البروج المكتظة بالنجوم، ثم كرة ثامنة بلورية، تمثل حدود الكون

لقد قام بطليموس بتطوير بعض الأجهزة الفلكية المستخدمة في عملية الأرصاد الفلكية، ومع تنوع أشكال الآلة التي كانت تستخدم في قياس الارتفاع، إلا أن الفكرة الأساسية واحدة إذ تحتوى هذه الآلة على جزئين رئيسين أحدهما دائرة رأسية مقسمة إلى درجات تقيس الارتفاع، والأخرى مؤشر مثبت في مركز الدائرة ويتحرك طرفه على محيطها، وبتحريك المؤشر حتى يصير في اتجاه الجرم السماوي، ثم قراءة التدريج على الدائرة عند طرف المؤشر نعرف الارتفاع Altitude المطلوب (9). ففي بداية الأمر



شكل (١٧) : العلاقة بين دالة الوتر وبين دالة الجيب المستعملة اليوم

كانت الحلقة صغيرة من المعدن أو الخشب ومعلقة بحبل أو أكثر، ثم احتاج الأمر فيما بعد إلى زيادة الدقة في الأرصاد وذلك بكثرة التدريجات على محيط الحلقة، أي كبر محيط الحلقة، ثم تبين بعد ذلك أن تضخم الحلقة يؤدى إلى استطالتها عند التعليق تحت تأثير وزنها وتغير شكلها عند تركيزها على سطح الأرض.

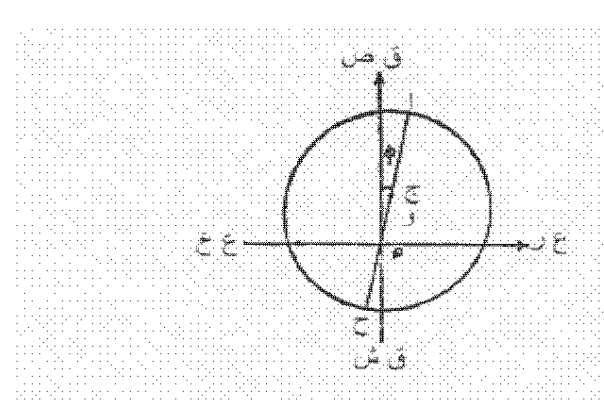
لذا حاول بطليموس تحاشى هذه العقبة فقام ببناء حائط صغير في الاتجاه المطلوب ثم رسم دائرة عليه مثبت في مركزها مؤشر متحرك يمس سطح الحائط، ثم جاء علماء العرب فيما بعد فزادوا في طول الحائط وارتفاعه (9). ولقد استبدل بطليموس أيضا المؤشر بقرص يملأ باطن الحلقة بأكمله ويتحد معها في المركز وقد حفر عليه قطر ليقوم مقام المؤشر، ثم استبدل هذا القطر المحفور في بعض ألا لآت بمؤشر يدور حول المركز المشترك. ثم تعددت الدوائر المرسومة على سطح الآلة، ولم تقتصر التقاويم على تقاسيم الحلقة الخارجية التي تبين ارتفاع الجرم السماوي. والغرض من التعديلات الجديدة إعطاء بعض النتائج الفلكية مباشرة. وأغلب هذه الدوائر ذات صلة بتعيين الوقت. وأطلق على هذه الآلة في صورتها الأخيرة أسم الإسطرلاب (9).

المدخل الخامس: كتاب المجسطي لبطليموس:-

ظل كتاب بطليموس المجسطي مرجعا معتمدا في علم الفلك لمدة أربعة عشر قرنا من الزمان. وهذا الكتاب مبنى على الأرصاد سواء ما قام

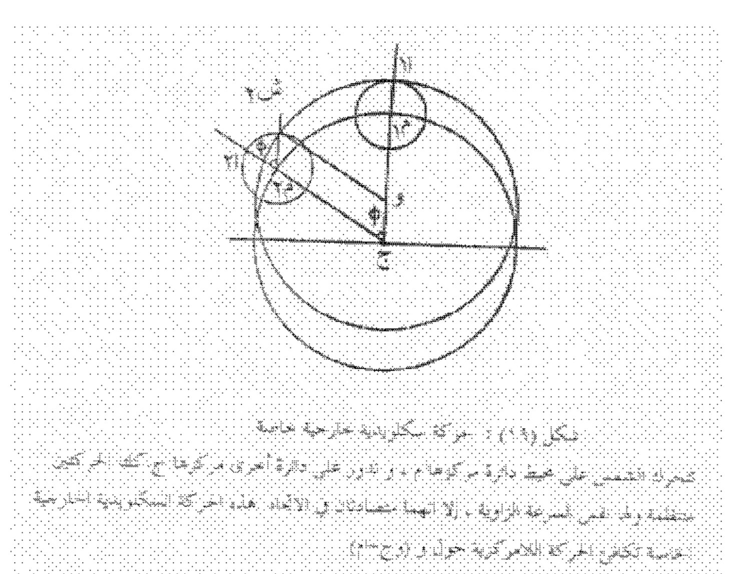
جاء في كتاب تاريخ العلم والتكنولوجيا ترجمة أسامة أمين الخولي ما يلي عن المجسطي "يتناول بطليموس في المقال الأول من المجسطي أصول حساب الزوايا وحساب المثلثات الإغريقي والتي يطبقها باستمرار في الكتاب كله. وهي تختلف عما نألفه اليوم في أن القوس أب= الزاوية ⌀ (شكل 17). ويتحدد القوس بطول وتره أب، وليس بقيمة
جيب الزاوية ب حـ (أي نصف الوتر ب د المقابل لضعف القوس). وقد يبدو هذا أبسط من طريقتنا، ولكن البحث الدقيق سيظهر أنه أسلوب غير عملي. ومن المناسب أن نقرر هنا أنه من الممكن تحويل جميع حسابات الطريقة الإغريقية مباشرة إلى الصورة المألوفة لنا عن طريق العلاقة:
لوتر ⌀ = 2 حا (2/ ⌀). حيث الوتر ب أ يمثل الوتر المقابل للقوس. ومن الممكن على هذا الأساس أن يقوم جدول الأوتار الذي أعده بطليموس وشرح طريقة حسابه مقام جدول الجيوب. ولقد عالج في بقية المقالة الأولى، وفي المقالة الثانية، وبعد أن أعد جميع الأساليب الرياضية اللازمة، كل ما يمكن أن يحتاج إليه في مجال الفلك الكروي Spherical Astronomy .

واقتصرت المقالة الثالثة على حركة الشمس. وفيه نجد رأيا يمثل الفلك الإغريقي خير تمثيل، أصبح فيما بعد ذا دلالة تاريخية عظيمة: وهو فكرة الدائرة اللامركزية. ولقد استخدمها لتفسير الحقيقة التي كانت معروفة من قبل في القرن الخامس قبل الميلاد وهي أن الفصول ليست متساوية في طولها. ويشير هذا فيما يبدو، إلى أن الشمس لا ينتظم مرورها خلال دائرة البروج. الأمر الذي يستبعده فرض أفلاطون. ومن الممكن الإبقاء على هذا الفرض بافتراض أن الشمس تتحرك فعلا بانتظام خلال دائرة البروج، إلا أن المشاهد على الأرض لا يكون في مركز هذه الدائرة حـ، بل في نقطة لا مركزية مثل هـ (شكل 18). ألا أننا سنقول، بدلا من الحديث عن المشاهد اللامركزي. أن الحركة الدائرية لامركزية وستسمى الدائرة لا متمركزة. ولقد تطورت هذه الفكرة عن طريق تحديد الاختلاف المركزي حـ هـ والزاوية ⌀ التي تحدد خط الآواج أ ح بالنسبة للنقطة السنوية. ولقد



شكل (١٨): الحركة اللامركزية

ثم وضح بطليموس بعد هذا إمكان شرح الظاهرة بطريقة أخرى. ونتصور في هذه الحالة (شكل 19) أن المشاهد واقف في النقطة حـ والشمس لا ترسم الدائرة التي مركزها حـ ، بل ترسم دائرة أخرى أصغر (تسمى فلك التدوير) يتحرك مركزها م حول الدائرة الأولى (المسماة القائدة). ونتصور الشمس شيء ابتداء عند النقطة أ تكون عند أ1 من فلك التدوير حين تكون م عند م1 . وتصل م بعد برهة إلى م2، كما تصل أ إلى أ2 (علينا أن نتصور فلك التدوير وكأنه مثبت في حافة القائدة). فإذا كانت م1 جـ م2 = ∅ ، فإننا نفترض أن الشمس أيضا قد مرت خلال القوس من فلك التدوير، ولكن في الاتجاه المضاد لتكون الآن عند ش 2. ومن اليسير الآن أن نرى أن الشمس قد مرت في الحقيقة خلال دائرة مركزها و(وحـ = م أ). يستقر المشاهد داخلها في وضع لا مركزي عند حـ. وعلى هذا يكون الفرضان متكافئين. ومن السمات المميزة لهذا النظام أنه لم تبذل فيه

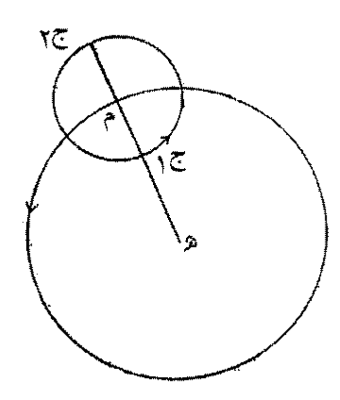


شكل (١٩) : حركة سيكلويدية خارجية خاصة

ولا يجرى هذا عن طريق القوانين كما تعودنا، ولكن في جداول يمكن استخراج الموضع الذي تشاهد فيه الشمس في وقت معين منها. ومن الممكن التحقق من دقة النظرية عمليا بمقارنة الوضع المحسوب بالموضع المشاهد فعلا.والمثال السابق للحركة التداويرية حالة خاصة جدا: تساوى فيها السرعة الزاوية Angular Velocity للحركة على فلك التدوير سرعة حركة مركز فلك التدوير على محيط القائدة وتضاده في الاتجاه.

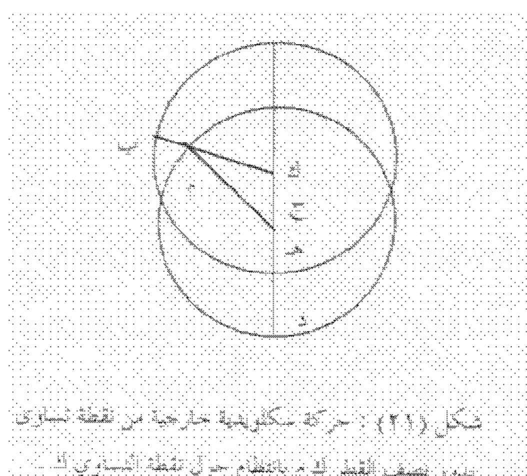
فإذا ما أغفلنا هذين الفرضين الخاصين وإذا ما أدمجت الحركة التداويرية مع حركة لامركزية احتمالات عديدة أخرى، استخدمت في المقالات التالية لشرح حركات القمر والكواكب.

ولقد جرى هذا بالنسبة للقمر في المقالتين الرابعة والخامسة وللكواكب الخمسة الأخرى في المقالة من التاسعة إلى الثالثة عشر عندما يكون الكوكب ك (شكل 20) عند النقطة حـ1 من فلك التدوير الذي مركزه م، وتكون اتجاهات الحركة كما هو مبين في الرسم، فإن المشاهد عند هـ سيراه متحركا في اتجاه مضاد للنقطة م، بينما يتطابق الاتجاه الذي يرى



شكل (٢٠) : الحركة السكلويدية الخارجية العامة التى تفسر التقهقر.

ولـم يـنجح بطليمـوس تمامـا، علـى الـرغم مـن التعقيـد الكبيـر فـي أنظمتـه للحركـة، فـي تعليـل الظـواهر المشاهدة. وأدى بـه هـذا إلـى إدخـال تعديل جديد كانت له أيضا دلالته التاريخية العظيمة. والمفوض الآن (شكل 21) أن مركز فلك التـدوير م يتحـرك علـى القائـدة بحيث لا يكون المتجـه نصف القطري حـ م هو الذي يدور بانتظام بالنسبة إلى حـ أ، وإنمـا المتجـه نـصف القطـري ك م الخـارج مـن النقطـة ك الواقعـة علـى خـط الآواج فـي الناحية الأخرى من حـ بالنسبة للمشاهد في هـ. وستسمى النقطة ك فيما بعد نقطـة التـساوي. ومـن الواضـح أن إدخـال هـذا الفـرض الجديـد يـنقض فـي الواقع قاعدة أفلاطون، وأن كان من الممكن طبعـا الاحتفـاظ بهـا شـكليا عـن طريق افتراض دائرة أخرى مركزها ك (دائرة تساوى) تجرى عليها نقطة التقاطع ب بانتظام مع المتجه نصف القطري ك م . ولكن هذا ينقذ القاعدة أكثر مما ينقذ الظاهرة السماوية نفسها.



شكل (٢١) : حركة سكلويدية خارجية من نقطة تساوى
يدور نصف القطر ك م بانتظام حول نقطة التساوي ك

والمقالة السادسة تعالج الخسوف والكسوف وان المقالتين السابعة والثامنة تحتويان على قائمة بها 1022 نجما، تعطى بالإضافة إلى حجم كل منها، بعده الزاوي Angular distance عن الدائرة الظاهرية لمسير الشمس وزاوية طوله.

ويشير الكتاب أيضا إلى ظاهرة المبادرة - Pression التي اكتشفها هيبارخوس. فلقد وجد، بمقارنة مواضع النجوم في أيامه بالمشاهدات التي سجلها أريستيلوس وتيموكاريس (القرن الثالث ق. م) أن زوايا الطول لعدد من النجوم قد زادت بمقدار واحد. واستنتج من هذا أن هناك حركة بطيئة للسماء ذات النجوم الثابتة ككل.ولقد فسرت نفس الظاهرة فيما بعد على أنها حركة تقهقرية للاعتدال الربيعي. واحتفظ لها باسم المبادرة.وقدر بطليموس المبادرة السنوية بـ36. وهذا يصل بها إلى زاوية قدرها درجة واحدة في مدة قرن من الزمان. والقيمة الصحيحة هي حوالي 50 في السنة. ولقد اهتم المجسطي أيضا بمسألة هامة في الفلك الإغريقي هي شروق وغروب النجوم الثابتة. ولا يجب أن يفهم هذا بمعنى الظهور والاختفاء اليومي فوق وتحت الأفق، إنما يعنى هذا أن يكون النجم مرئيا أو غير مريء في نور الغسق. ونحن نعالج هنا أقدم موضوعات الفلك جميعا، فلقد حددت في سني ما قبل ظهور العلم، تواريخ معينة في السنة

المدخل السادس: حريق مكتبة الإسكندرية:-

استمرت مكتبة الإسكندرية في الازدهار حتى تعرضت للتدمير أكثر من مرة اعتبارا من القرن الأول قبل الميلاد. كان أول حريق عام 47 ق.م في أثناء ثورة أهالي الإسكندرية على القيصر الروماني، وكان إحراقها خسارة فادحة، وقيل إن الثوار أحرقوها حين حاصروا القيصر الذي تحصن داخلها، وقيل إن القيصر هو الذي أمر بإحراقها لينجو بنفسه. وقد أعيد تعمير المكتبة على يد أنطونيوس الذي خلف القيصر، الذي أهدى جميع كتب مكتبة برجامون الأغنى بشمال غرب أسيا الصغرى، وكانت الأغنى بعد مكتبة الإسكندرية وكان بها 200 ألف مجلد، إلى مكتبة الإسكندرية فعوض بذلك بعض الخسارة واستردت بعد ذلك المكتبة مكانتها(27). وفي عهد الإمبراطور تادوسيس (387- 395م) المتطرف مسيحيا الذي أمر بتدمير كل ما يتعلق بالوثنين دمرت مرة أخرى مكتبة الإسكندرية وبذلك ضاع مرة أخرى التراث العلمي والفلسفي للعصور القديمة (44). ثم ازدهرت بعد ذلك مكتبة الإسكندرية بالكتب الدينية واللغوية وكان أكثرها متعلق بالديانة المسيحية. وعندما فتح المسلمون مصر عام 18هـ (639م) قام البيزنطيون بقيادة المقوقس بتدمير ما تبقى من مكتبة الإسكندرية (44).

وروى ابن القفطي وابن اللطيف في القرن الثالث عشر الميلادي أن العرب هم الذين أحرقوا المكتبة، غير أن التقصي الدقيق الذي قام به عدد من المستشرقين مثل بريشيا ونور لانى ونايدو وكازانوفا وغيرهم أثبت بطلان هذا الزعم وبرأ العرب من الفرية التي رموا بها ردها من الزمان (27).

ونلاحظ أن تدمير مكتبة الإسكندرية الذي نتج من تعصب المسيحيين ضد الوثنيين أدى إلى هجرة العلماء الوثنيين إلى مدينة الرها التي كانت طريق انتقال العلم من الإسكندرية بمصر إلى بغداد بالعراق ومنها إلى سائر الدولة الإسلامية.

وبالتالي يمكن القول انه تمت في حينها دورة فذة في التاريخ العلمي والحضاري، فقد ولد العلم اليوناني في أسيا الصغرى (تركيا) ثم انتعش في بلاد اليونان الحقة وخاصة في أثينا ثم في الإسكندرية ثم عاد إلى أسيا فازدهر في برجامون والقسطنطينية والرهاو بغداد. ومحطات هذه الدورة اعتمدت على الحالة السياسية والاقتصادية لكل محطة.

المدخل السابع: التقويم الإغريقي:-

جميع التقاويم في أيام الإغريق كانت تقاويم قمرية حتى جاء عصر الرومان. ومنذ القرن السادس عشر قبل الميلاد وما بعده فقد أخذ الفلكيون الإغريق في تعديل التقويم القمري خلال عدد من الدورات على أساس قواعد ثابتة بدلا من التعديلات الاختيارية وهي ما تسمى "بالتكبيس" الاختياري.

ومن ضمن هذه الدورات و أهمها هي "الدورة الميتونية" Metonic cycle والدورة الكاليبية Callippic cycle وهذه الدورة الأخيرة قام الفلكيون باستخدامها في أرصادهم وامتد استعمالها اكثر من بضعة قرون حتى في العصور الوسطى وذلك لتحديد أول الشهر القمري لأغراض دينية.

أما الدورة الميتونية فقد اكتشفها العالم اليوناني ميتون Meton في عام 433 ق.م وهذه الدورة تحتوى على 235 شهرا قمريا بدءاً من المحاق إلى المحاق ثانية. وهذه الفترة الأخيرة تساوى 19 سنة(كل سنة 365.25 يوما) أي ما يقرب من 6940 يوما. وهذا معناه أنه بعد انقضاء مدة 19 سنة يتكرر ظهور القمر في أوجهه المختلفة من محاق وتربيع أول وتربيع ثاني وبدر في نفس الوقت من السنة واليوم في حدود ساعتين. أما الدورة الكاليبية فقد ساوى 76 سنة بما يقابل 940 شهرا قمريا أي ما يساوى 27759 يوما، وهو ما يساوى في حدود خطأ يوم واحد عن أربع دورات ميتونية.

المدخل الثامن: انهيار الحضارة الإغريقية:-

من المعروف أنه في عام 272 ق.م كانت الجمهورية الرومانية تسيطر على جزء كبير من شبه الجزيرة الإيطالية جنوب جنوا، ثم دخلت

وبظهور الإمبراطور قسطنيطين في القرن الرابع الميلادي واعتناقه المسيحية وقيامة ببناء القسطنطينية وجعلها مركزا للحضارة الرومانية (الموروثة من اليونانية) المسيحية ومبدعة لفن وفكر جديد عرف بالحضارة البيزنطية إلى أن سقطت في يد الأتراك بقيادة محمد الفاتح في عام 1453م (27)، تحولت الإمبراطورية من الوثنية إلى المسيحية.

إن الحضارة اليونانية الرومانية كانت قد وصلت إلى حد كبير من التطور التكنولوجي على يد الرومان، بحيث أن الأسس العلمية الصرفة والتطبيقية التي بنى عليها الرومان كانت مستمدة من الحضارة اليونانية الأولى.ومن هنا تأتي قوة الرومان ويأتي ضعفهم أيضا. فإنهم اعتمدوا على العلوم التي كانت قد تطورت قبلهم، ولكنهم لم يضيفوا إليها أي شيء جديد، فلما استنفذوا كل الأسس العلمية القديمة لم يكن لديهم ما يبنون عليه حضارة مستمرة ومتميزة بمعرفة علمية جديدة (28). فإنهم كانوا يفتخرون باتجاههم التطبيقي إذ قال "سيسيرو": "نحن نشكر الآلهة أن أفراد بلدنا لم يكونوا جماعة خياليين تأمليين مثلما كان الإغريق، بل إنهم استخدموا الرياضيات الإغريقية لأغراض مفيدة".

ومن هذا يتبين لنا أن الرومانيين كانوا مهتمين فقط بالأمور النفعية للعلوم ولم ينتبهوا إلى أهمية إنتاج أفكار علمية جديدة، والحقيقة أنهم أهملوا واحتقروا العلماء، فعند احتلالهم لليونان دخل أحد جنود الرومان في عام 211ق.م على أرشميدس في بيته وقتله بينما كان هذا العالم منهمكا في حل مسألة رياضية هندسية صرفة كان قد رسمها على الرمل (28).

إن الاتجاه التطبيقي المحض في العلوم عند الرومان هو الذي أحدث العقم العلمي. إذ عبثا نبحث عن أي عالم أو فيلسوف روماني له نفس أصالة أفلاطون أو بطليموس. وكان اعتمادهم على الفكر اليوناني اعتمادا كليا، إذ عندما أراد القيصر أو أغسطس (وهو لقب يعنى المهيب وقد أطلق هذا اللقب على الشهر الثامن من السنة الرومانية وهو تاريخ سقوط مصر في يد الرومان ولا يزال يستخدم في السنة الميلادية)، أن يقوم بمسح عام للإمبراطورية الرومانية استدعى أحد الخبراء من مدرسة الإسكندرية في مصر، وعندما أراد يوليوس قيصر أن يحسن التقويم السنوي فإنه أيضا استدعى أحد الخبراء من مدرسة الإسكندرية.

ولكن عندما أدت الغطرسة الرومانية والتعصب المسيحي الأعمى، (كما رأينا في تدمير مدرسة الإسكندرية) إلى انتهاء منبع العلم والقضاء على العلماء والخبراء كانت قد انتهت الإمبراطورية الرومانية وانتهت معها حلقة حضارية مهمة وكانت قد بدأت العصور المظلمة في أوربا التي دامت ألف سنة من 450 إلى 1450 بعد الميلاد.

إن نهاية الرومان العلمية أدت بأوربا إلى ما يسمى بالعصور المظلمة ولم تبدأ الحضارة الأوربية الحديثة إلا بعد ظهور أهمية العلوم على أيدي جاليليو وكبلر ومن بعدهم نيوتن في منتصف القرن السابع عشر الميلادي. بينما رافق العصور المظلمة الأوربية ازدهار حضاري عربي إسلامي في البلاد العربية والشرق الأوسط وكان سبب هذا الازدهار هو العلم والعلماء العرب المسلمون.

الهوامش والمراجع

1- مجدي يوسف أمين . مجلة الوعي الإسلامي ، عدد ربيع الأول 1417هـ
2- عبد الحميد سماحه . مقدمه في علم الفلك ، دار الشرق 1949
3- الكسوف والخسوف Eclipse : هو الاختفاء الجزئي أو الكلى لجرم سماوي إما عن طريق دخوله في ظل أخر (خسوف القمر) أو حركه جسم أخر بين المشاهد والجرم السماوي بحيث يحجب رؤيته (كسوف الشمس). وكسوف الشمس هو أروع أنواع الكسوف وفيه يمر قرص القمر أمام الشمس فيحجبها لفترة زمنية قصيرة. ويقتضي حدوث ذلك تحقيق شرطين. فيجب أولا أن يكون للجرمين طول بروجي واحد، أي لابد أن يكون القمر في طور الهلال الوليد. وحتى لا يحدث، كما هو الحال في غالب الأحيان، أن يمر القمر فوق أو تحت قرص الشمس، يلزم أن يكون القمر في هذا الوقت قريبا من مستوى مدار الأرض أي له عرض بروجي بسيط بقدر الإمكان، أي يكون قريبا من إحدى عقدتي مدارة وكسوف الشمس ثلاث أنواع كلى وحلقي وجزئي وكل واحد منهم يعتمد على بعد القمر عن الشمس.
خسوف القمر: يحدث خسوف القمر عند دخوله في منطقه ظل الأرض. ويلزم لذلك أن يتواجد القمر مع الشمس في الاتصال، أي لا بد أن يكون القمر بدرا وقريبا من إحدى عقدة كي لا يمر فوق أو تحت ظل الأرض. وخسوف القمر نوعان كلى وجزئي. لا يختفي القمر في الخسوف الكلى تماما بسبب انتشار أشعه الشمس في الغلاف الجوى ويأخذ لونا نحاسيا
4- عبد القوى زكى عياد . الموسوعة الفلكية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب 1990
5- الإله: لا شك أن أبرز ظاهرة في خصائص الديانة المصرية القديمة هي كثره الإلهة. وكان هناك نوعان من الإلهة. ألهه كونيه وهى التي موضع الأساطير والتي قلما تظهر في المعتقدات الشعبية اليومية، وألهه

6- جمال الدين الفندي . قصه الفلك والتنجيم ، سلسله العلم والحياة 1988
7- جورج بونزر وآخرين. معجم الحضارة المصرية القديمة
8- في تلك الفترة كانت عدد الكواكب المعروفة خمسه هي عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل.
9- أمام إبراهيم احمد. نافذة على الكون ، المكتبة الثقافية 1965
10- احمد محمود عوف عبقرية الحضارة المصرية القديمة الهيئة المصرية العامة للكتاب سلسله العلم والحياة
11- أمنحتب الثالث (1408- 1372 ق.م) ابن تحوتمس الرابع.
12- نجيب بولس. الكتاب التاسع والثلاثون للمجمع المصري للثقافة العلمية 1969
13- رشدي عاذر . التقاويم مرصد حلوان 1994
14- مجدي يوسف أمين. أنت تسأل والأرض تجيب أطفالنا 1996
15- عبد القوى زكي عياد. مبادئ علم الفلك ، مطبوعات علوم القاهرة
16- مجدي يوسف أمين. أنت تسأل والقمر يجيب أطفالنا 1997
17- سعد الدين صبور . 365 يوما قصه التقاويم
18- مجدي يوسف أمين . التقاويم موسوعة سفير الإسلامية حرف التاء
19- أسامه أمين الخولي . تاريخ العلم والتكنولوجيا، سلسله ألف كتاب 1992
20- في مجموعه الجبار نجمان لعبا دوراً مهماً في حياة البشرية الأول نجم الشعرى اليمانية حيث اهتدى به القدماء المصريون في ابتكار التقويم الشمس. وللشعرى اليمانية أيضا شهر فيما عند العرب في الجاهلية، فقد كانوا يتعرفون بها على الطريق في رحلات قريش إلى اليمن في الشتاء. ويشير القران الكريم إلى ذلك فيقول: "وانه هو رب الشعرى" النجم 49. وهناك أيضا الشعرى الشامية ضمن مجموعه الجبار. وكانت قريش تسترشد بها في أسفارها إلى الشام في الصيف.
21- أنظر التفسير الفلكي لأهرامات الجيزة.

22- المستوى الزوالي: هو الدائرة الكبرى التي تمر بالقطب السماوي وكل من السحب والنظير لمكان المشاهد. ويقطع الفق هذه الدائرة في نقطتي الجنوب والشمال. وفى أثناء الحركة اليومية الظاهرية تبلغ الأجرام السماوية في الزوال اكبر ارتفاع لها فوق أو تحت الأفق.

23- عبد القوى زكى عياد. الكون عجب وبهاء
24- فايز فوق العادة . علم الفلك وفلسفه النسق الكوني، مؤسسه الكويت للتقدم العلمي 1992

25- انكسار الضوء هو تغير مسار الضوء عندما ينتقل من مادة إلى أخرى. والانكسار يأتي نتيجة اختلاف سرعة الضوء في المادتين. وفى الفلك فإن الانكسار هو الانحناء الحادث داخل الغلاف الجوى الأرض في مسار الشعاع القادم من الجرم السماوي.

26- إبراهيم محمد شوشه . الزمن وقياسه
27- مصطفى محمود سليمان . تاريخ العلم والتكنولوجيا في العصور القديمة والوسطى 1995
28- محمود فياض . أحاديث عن العلم والعلماء ، الموسوعة الصغيرة بغداد 1986
29- أبن كثير. البداية والنهاية ، طبعه دار الشروق

30- نجوم أبديه الظهور هي النجوم التي لا يتقاطع مدارها مع أفق المشاهد. وبالتالي فهي لا يحدث لها شروق ولا غروب. بل تظل طول الليل أمام المشاهد وإن زاد أو قل ارتفاعها عن الأفق.

31- على عبد الله الدفاع . رواد علم الفلك في الحضارة العربية والإسلامية 1988
32- عبد القوى عياد . الموسوعة الفلكية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب 1991

33- يلزم لحدوث الكسوف والخسوف اقتران طور الهلال أو البعد مع عقدة. ويعود نفس الطور بعد شهر اقتراني، أي 29,5306 يوماً. لكن مرور القمر بعقدته يحدث بعد شهر داركوني، أي 27,2122 يوماً. لذى نجد أن 223 شهر اقتراني يتساوى 242 شهر دراكوني. وبالتالي فإن الكسوف أو الخسوف يتكرر تحت نفس الظروف في فتره زمنية قدرها

34- كدنو: هو فلكي بابلي كان رئيسا للمدرسة الفلكية في شيبرا. اكتشف تبادر الإعتدالين ووصف بطريقه رياضية حركات كل من القمر والكواكب. وقد تم إطلاق اسم كدنو على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر.
35- مجدي يوسف أمين. مجلة الوعي الإسلامي ، عدد رمضان 1417ه.
36- من المعروف أن كوكب المشترى يأخذ 12 سنه ليكمل دورة كاملة حول الشمس في السماء، بينما كوكب زحل يأخذ 30 سنه. ولهذا فان المشترى يمر أمام زحل مرة كل عشرين سنه. ولاكن في خلال ستين سنه فان المقابلة بين هذين الكوكبين تحدث عادة في نفس المكان إذا رصدت من الأرض.
37- أسماء السنين الصينية تعتمد على عمليه التباديل والتوافيق بين المواد الخمسة والفروع الأرضية فتكون كتالي: خشب- فأر، خشب- ثور، نار- نمر، نار- أرنب، أرض- تنين، أرض- ثعبان، ... ، ماء- ديك. ثم تبدأ من أول خشب- كلب وتستمر هذه العملية بدون توقف.
38- قسم الصينيون أجزاء ألسنه تبعا للأحوال المناخية والزراعية الموجودة في الصين. وأجزاء ألسنه هي:

اسم الجزء	التاريخ	اسم الجزء	التاريخ	اسم الجزء	التاريخ

1-بداية الربيع	5 فبراير	6-أمطار الحبوب	21 إبريل	12- الحراة العظمى	4- يوليه
2-ماء الأمطار	20 فبراير	7-بداية الصيف	6 مايو	13- بداية الخريف	8 أغسطس
3-ظهور الحشرات	7 مارس	8-إتمام الأقل	22 مايو	14- نهاية الحرارة	24أغسطس
4-الاعتدال الربيعي	22 مارس	9-الحبوب في الحوزة	7 يونيه	15- الندى الأبيض	8 سبتمبر
5-اللمعان النقي	6 أبريل	10-الانقلاب الصيفي	22 يونيه	16- الاعتدال الخريفي	24 سبتمبر
18- نزول الصقيع	24 أكتوبر	11- الحرارة الأقل	8 يوليه	17- الندى البارد	9 أكتوبر
19- بداية المياه	8 نوفمبر	22-الانقلاب الشتوي	22ديسمبر	21-الثلوج الكبيرة	7 ديسمبر
20- الثلوج القلية	27 نوفمبر	23- البرد الأقل	6 يناير	24- البرد الأعظم	20 يناير

39- انفجار النجوم. من المعروف أن النجم يظل على حالته طالما قوى الجذب لمركز النجم الناشئة من التفاعلات النووية التي تحدث في لب النجم متعادلة مع قوى الضغط للخارج. فعندما يستنفذ النجم معظم مدته المكونة أساسا في الهيدروجين عن طريق التفاعلات النووية وتتحول المادة إلى عناصر ثقيلة مثل الكربون والأكسجين، يصبح الضغط للخارج اكبر من الجاذبية للداخل، فعند هذه اللحظة لا يستطيع النجم السيطرة على جميع مادته ويلفظ الجزء الخارجي منه في الفراغ. وبتالي يظهر للإنسان على سطح الأرض زيادة كبيره في لمعان النجم عما كان يراه قبل ذلك، ثم بعد ذلك تقل شده اللمعانية حتى لا يرى بالعين المجردة بعد ذلك.

40- قسم الإنسان نجوم السماء إلى مناطق أطلق عليها مجموعات نجميه لكل منطقه اسم معين وذلك لتسهيل عمليه رصد نجوم السماء. وبلغ عدد

41- باتريك موور. موسوعة جينيس في علم الفلك 1994.
42- جاءت معرفة الهنود بأيام الأسبوع نتجه لاتصالهم بالحضارة البابلية.
43- الفينيقيون أمه سامية نزح أجدادهم من شبه جزيرة العرب أبان العصر النحاسي، واستقروا على شاطئ الشام في المنطقة التي تقع في شمال عكا. وقد أشتهر الفينيقيون كأمه بحرية تجاريه منذ 1600 قبل الميلاد. ومثلوا حلقه الوصل بين حضارات الشرق والغرب وقتذاك.
44- عبد الحليم منتصر . تاريخ العلم، دار المعارف 1967
45- بيفان . م. فرنش . أسرار القمر، مؤسسه سجل العرب 1980
46- الأوقيانوس هو النهر العظيم الذي يجرى حول قرص الأرض جرياً متصلاً دون بداية أو نهاية.
47- شوقي بلال. بنيه الثورات العلمية ، عالم المعرفة 1992.
48- جورج سارتون . تاريخ العلم، ترجمه إبراهيم مدكور وآخرين دار المعارف 1976
49- مجدي يوسف أمين. موسوعة سفير الإسلامية حرف الباء
50- نظريه التدوير: هي محاولة لتغير الحركة الظاهرية المرصودة للقمر والكواكب بحركة على دائرة تطف على أخرى. وفى هذه النظرية يفترض أن الكوكب يدور في دائرة وهذه الدائرة تدور على دائرة مركزها الأرض.
51- Astronomy : principles and practice: 1977 by Roy . A.C. and Clarke , D. Adam Hilger Ltd, Bristol , publishing

52- Exploration of the usiverse. 1991 by Abell, G. O, Morrison, and sidney C. wolff . saunders college publishing
Astronomy 1994 . by Kaler , J. B Harper Collils colleg Publishing

الباب الثاني

الفلك في العصر الإسلامي

الفصل الأول

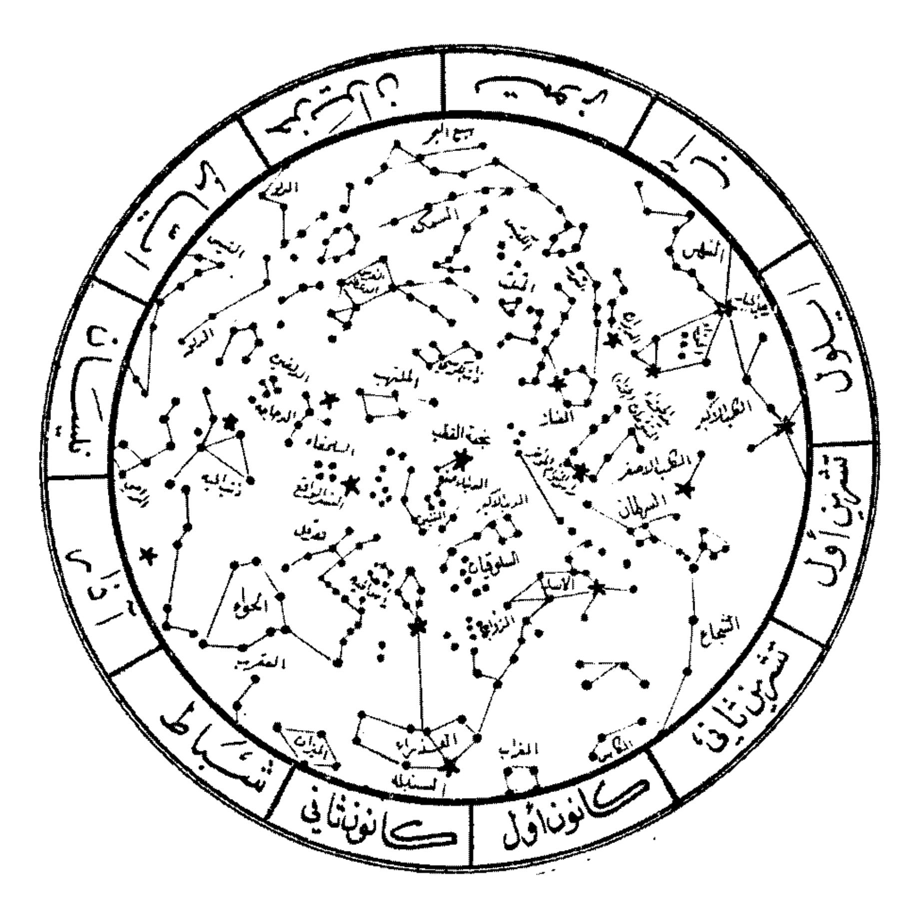
العرب قبل الإسلام

المدخل الأول: تمهيد:-

لم يكن لدى عرب الجاهلية دراسات منظمة في علم الفلك Astronomy ولا أرصاد مبنية على أساس علمي. بل إن معلوماتهم في هذا الشأن لم تكن تزيد إلا قليلا عن الضروريات البدائية التي وصلت إلى معرفتها الأجيال الأولى من مجرد النظر ومتابعة ما يحدث للأجرام السماوية بوجه عام. وقد تعلم بعض العرب أحكام النجوم Astrology من الكهان الذين هاجروا من بلاد بابل بعد الغزو الفارسي في القرن الخامس قبل الميلاد إلى البلاد العربية، وقد أخذ العرب عنهم أسماء النجوم، كما عرفوا مواقع الأبراج ومناطقها ومنازل الشمس والقمر. وكان العرب يسمون أهل هذه الصناعة بالصابئة (1).

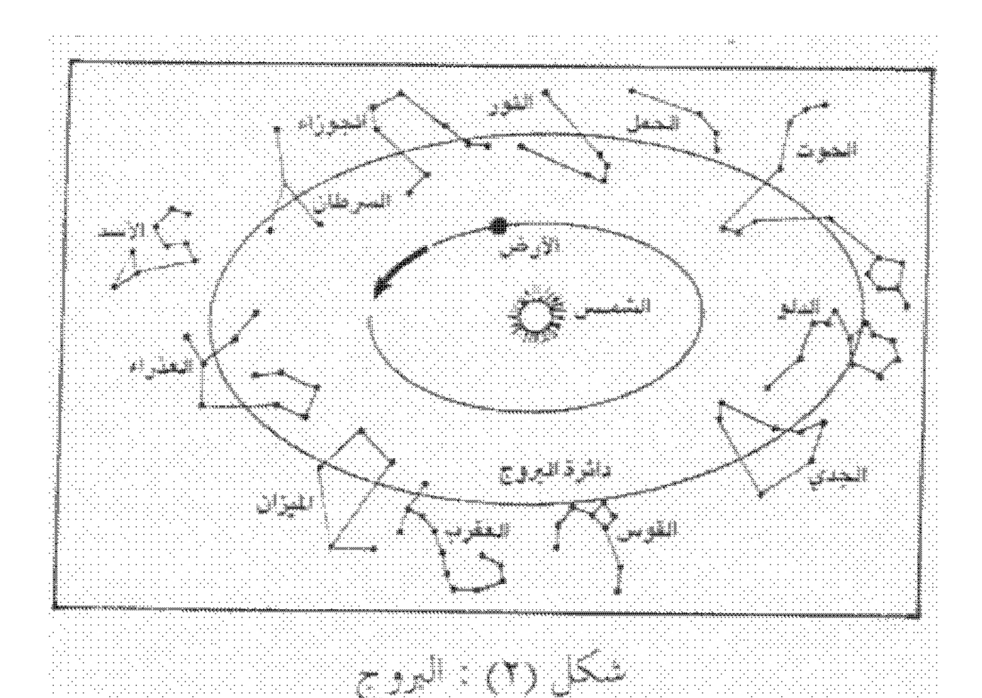
وبعض العرب قبل الإسلام مالوا إلى ما مالت إليه بعض الأمم، فعبدوا الكواكب واعتقدوا فيها العقائد الكثيرة، لشعورهم بعظمة هذه الكواكب من حيث نظام حركتها وما فيها من إتقان لا تتخلف في وقت ولا تراعى إلا النظام دون اضطراب (2). ولقد حفزتهم أسفارهم إلى الاهتداء بالنجوم بغية الاسترشاد بها في الصحراء، وكان العرب يسمون من أبصر من غيره بالطريق وقطع المسافات البعيدة ليلا بسبب معرفة السير استدلالا بالنجوم" بالخريت" (2). وهذا دفعهم إلى إمعان النظر في النجوم والكواكب واختيار أسماء عربية خاصة لها غير التي عرفوها من أهل بابل، شكل (1) (3)، كما قال امرؤ القيس:

كأن الثريا (4) علقت في مصامعها * بأجراس كتان إلى صم جندل (5).



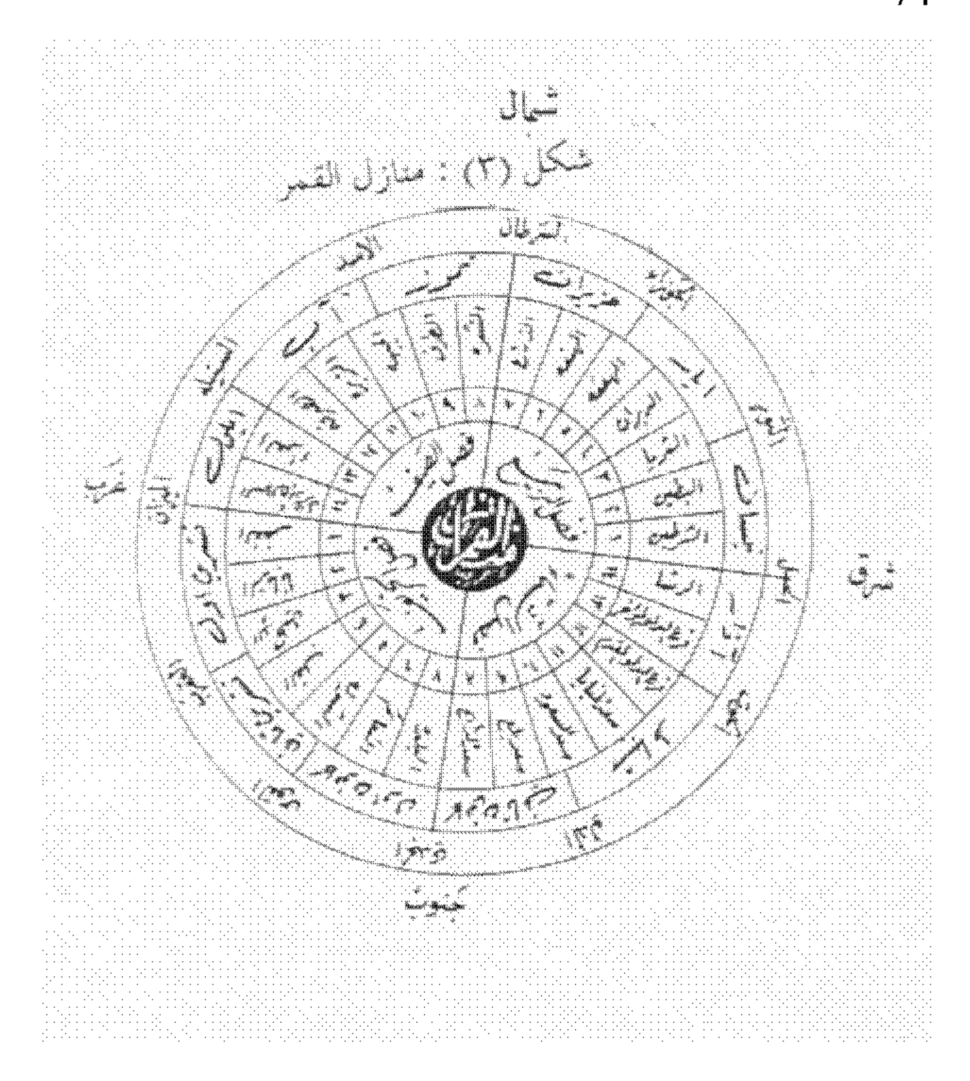
شكل (١) : بروج السماء

كما اهتم عرب الجاهلية أيضا بالقمر للتغير الدوري المنتظم في أوجهه Moon phases من النقصان إلى الزيادة وبالعكس، وأيضا تغير مواقعه في السماء بين النجوم وعودته إلى مكانه الأول كل 28 يوما على وجه التقريب يقطع فيها دائرة سماوية كاملة. وقد قسم العرب فلك الدائرة إلى 28 قسما يحل القمر في كل منها يوما بأكمله (5)، وأطلقوا على تلك الأقسام اسم منازل القمر (6) Manazil al kamar or moon zodiac ، كما في شكل



شكل (٢) : البروج

وقد انفرد العرب بربط تلك الخواص لمنازل القمر بأحوال الجو والرياح والأمطار، فطلوع منزل ما عند شروق الشمس أو عند الغروب يشير إلى حلول الشتاء أو الصيف أو فترة من فترات هطول الأمطار أو هبوب الرياح.ومما لفت أنظارهم صعود تلك المنازل من الأفق الشرقي إلى أعلى في بطئ شديد (7)، أشبه بجمل ناهض ينوء بحمله الثقيل، لذا أطلقوا على ذلك الحدث لفظ الأنواء To rise with or meteorography (8،9).



شكل (٣) : منازل القمر

المدخل الثاني: الأنواء في مواسم العرب:-

شرطنا بطينا للثريا بدبرها ** وهقعة هنع والذراع وناثر

وطرفهم مع جبهة ثم زبرة ** وصرفه دعوى والسماك وغافر

زبانا وإكليل وقلب وشولة ** نعائم بلد ذابح وهو سائر

كذا بلع سعد السعود وخباءهم ** وقدم وأخر للرشا فهو آخر

لقد اهتم العرب القدماء بملاحظة الحركة الظاهرية للشمس حول الأرض ومظهر السماء ليلا الناتج عن هذه الحركة. وبناء عليه قسموا المجموعات النجمية في المدار الظاهري للشمس حول الأرض إلى أثنى عشر برجا وهو ما يعرف الآن بدائرة البروج Zodiac . كما اهتم العرب بملاحظة حركة القمر حول الأرض وقسموا المجموعات النجمية الواقعة على هذا المدار إلى ثمانية وعشرين منزلا وهى ما تعرف باسم منازل القمر والبروج ومنازل القمر ما هي إلا مجموعات نجمية ترمز إلى أشكال معينة كانت موجودة في حياة العرب (10). والعلاقة بين البروج ومنازل القمر تتضح في الشكل (3). والعرب تسمى أربعة عشر من هذه المنازل شمالية (الشامية) لأنها في جهة الشمال من السماء North hemisphere والأربعة عشر الأخرى يسمونها جنوبية (اليمنية) لأنها تقع في الجهة الجنوبية من السماء South hemisphere .

وأول هذه المنازل الشمالية الشرطان Sheratan = β , α -Arietis وآخرها السماك الأعزل αAzimeck = α - virginigis α وأول المنازل الجنوبية الغفر AlGhafr =ι,χ,λ- virginis وآخرها الرشا α. α Alrisha = α - piscium

وقد ربطوا بين هذه المنازل وما يحدث من ظواهر جوية فيما يعرف بالأنواء (10). والأنواء هي جمع نوء والنوء هو سقوط (غروب)α أحد المنازل في المغرب (يختفي تحت الأفق) مع الفجر وطلوع آخر يقابله من ساعته في المشرق، وسقوط كل منزل من هذه المنازل في ثلاثة عشر يوما ما عدا منزلة الجبهة Algieba فإنها تستغرق أربعة عشر يوما فيكون انقضاء الثمانية والعشرين منزلا خلال السنة ثم يرجع المنزل الأول في ابتداء السنة (10).

وكانت العرب تقول لابد لكل منزل من مطر أو ريح أو برد Cold-blooded أو حر فينسبون ذلك إلى المنزل.وإذا مضت مدة النوء ولم يكن فيها مطر قيل:- خوى منزل كذا. نلاحظ أيضا أنهم كانوا يسمون المنزل باسم كوكب أو نجم فمثلا يقولون كوكب الثريا The pleiades planet بدلا من منزل الثريا (10) The pleiades cluster .

وقد اختلف العرب في صاحب النوء من النجمين فقال بعضهم هو الطالع Ascension لأنه إذا طلع ناء أي مال بثقل طلوعه كما يقال ناء بجمله إذا نهض به وقد أثقله وقال آخرون هو النجم الغارب Set وهذا أرجح والشاهد عليه أكثر. وإنما قيل ناء إذا غرب لأنه يميل والميل هو النوء، نجد هذا المعنى في قول الله عز وجل :"لتنوء بالعصبة" القصص 76، أي لتميل بها من ثقلها (10).

واختلف العرب في مقدار مدة النوء فقال بعضهم إذا سقط نجم فما بين سقوطه إلى السقوط التالي له هو نوؤه. أي تكون مدة النوء ثلاثة عشر يوما فكل ما كان من هذه الثلاثة عشر يوما من مطر أو ريح أو برد أو حر فهو من نوء ذلك النجم الساقط فإذا سقط بعده التالي له نسب ما كان بعده إلى أن تنقضي الثلاثة عشر يوما إلى نوء التالي. وقال آخرون بل لكل منزل من هذه الثمانية والعشرين وقت لنوئه من الثلاثة عشر يوما فما كان في ذلك الوقت نسب إلى ذلك النجم (المنزل) وما كان بعد مضى ذلك الوقت من الثلاثة عشر يوما لم ينسب إليه وتفسير المعنى الأول هو اعتبار أن النوء يحدث بتأثير حركة الشمس على منازل القمر وسنوضح هذا فيما بعد. أما المعنى الثاني فتفسيره أن منازل القمر التي قدرها العرب بثمانية وعشرين منزلا يقطعها القمر خلال شهر واحد بمعدل كل يوم وليلة ثلاثة عشر درجة وثلاث دقائق وثلاث وخمسين ثانية. أي أن القمر ينزل كل ليلة بواحدة منها من أول الشهر إلى يوم ثماني وعشرين من الشهر ثم يستتر Occulation واستتاره هو انمحاق ضوئه فلا يرى منه شيئا وربما استتر ليلة واحدة أو ليلتين وهذا بحسب طول الشهر العربي. وفى استتارته هذه يمكث هذه المدة في المنزل رقم ثماني وعشرين لأن هذا المنزل هو الذي يبدأ منه دائما. وهذا يعنى إمكانية ظهور أكثر من منزل خلال الثلاثة عشر يوما هي مدة سقوط كل منزل (10).

من المعروف أن الشمس تحل الغداة (هي الفترة بين طلوع الفجر وشروق الشمس) في منزل من هذه المنازل الثمانية والعشرين فتستر المنزل الذي حلت به وتستر منزلا قبله، فترى ما قبل هذين المنزلين ظاهرا بالغداة وهذا المرأى هو الطالع ascension وهو المراد من قول

جدول (1): منازل القمر

الجهه	اسم المنزلة	تاريخ طلوعها	تاريخ سقوطها
المنازل الشمالية	**الشرطين**	**مساء 16 أبريل (نيسان)**	**مساء 18 أكتوبر (تشرين أول)**
	البطين	**مساء 30 أبريل (نيسان)**	**مساء 31 أكتوبر (تشرين أول)**
	الثريا	**مساء 13 مايو (أيار)**	**مساء 13 نوفمبر (تشرين ثاني)**
	الدبران	**مساء 36 مايو (أيار)**	**مساء 26 نوفمبر (تشرين ثاني)**

المنازل الجنوبية	الهقعه	مساء 9يونيو (حزيران)	مساء 9 ديسمبر (كانون أول)
	الهنعه	مساء 22 يونيو (حزيران)	مساء 22 ديسمبر (كانون أول)
	الذراع	مساء 4 يوليو (تموز)	مساء 4 يناير (كانون ثاني)
	النثرة	مساء 17 يوليو (تموز)	مساء 17 يناير (كانون ثاني)
	الطرف	مساء 31 يوليو (تموز)	مساء 31 يناير (كانون ثاني)
	الجبهة	مساء 14 أغسطس (اب)	مساء 12 فبراير (شباط)
	الذبرة	مساء 28 أغسطس (آب)	مساء 26 فبراير شباط)
	الصرفه	مساء 9 سبتمبر (أيلول)	مساء 9 مارس (آذار)
	العواء	مساء 22 سبتمبر (أيلول)	مساء 22 مارس (آذار)
	السماك الأعزل	مساء 5 أكتوبر (تشرين أول)	مساء 4 إبريل (نيسان)
	الغفر	مساء 18 أكتوبر (تشرين أول)	مساء 16 إبريل (نيسان)
	الزبانا	مساء 13 أكتوبر (تشرين أول)	مساء 30 إبريل (نيسان)
	الإكليل	مساء 13 نوفمبر (تشرين ثاني)	مساء 13 مايو (أيار)
	القلب	مساء 26 نوفمبر (تشرين ثاني)	مساء 26 مايو (أيار)
	الشوله	مساء 9 ديسمبر (كانون أول)	مساء 9 يونيو (حزيران)
	النعائم	مساء 22 ديسمبر (كانون أول)	مساء 22 يونيو (حزيران)
	البلدة	مساء 4 يناير (كانون ثاني)	مساء 4 يوليو (تموز)
	سعد الذابح	مساء 17 يناير (كانون ثاني)	مساء 17 يوليو (تموز)
	سعد بلع	مساء 31 يناير (كانون ثاني)	مساء 31 يوليو (تموز)
	سعد السعود	مساء 12 فبراير (شباط)	مساء 12 أغسطس (آب)
	سعد الخبايا	مساء 25 فبراير (شباط)	مساء 26 أغسطس (آب)
	الفرع الأول	مساء 9 مارس (أزار)	مساء 9 سبتمبر (أيلول)
	الفرع الثاني	مساء 22 مارس (أزار)	مساء 22 سبتمبر (أيلول)
	بطن الحوت	مساء 4 أبريل (نيسان)	مساء 5 أكتوبر (تشرين أول)

والغروب نوعان: أحدهما الغروب الذي يكون له النوء وهو سقوط النجم بالغداة بعد الفجر وقبل طلوع الشمس وطلوع رقيبة في الشرق في ذلك الوقت ولا يكون هذا إلا في غداة واحدة من السنة للنجم الواحد .فأما السقوط الذي هو أفول Acronycal فإنه يكون من أول الليل وذلك أن هذا النجم الساقط بالغداة في أفق الغرب يرى بعد اليوم الذي غرب فيه متأخر الغروب عن ذلك الوقت، لأن اليوم الشمسي Solar day يساوى اليوم النجمي Sidereal day مضافا إليه أربعة دقائق، ولا يزال يتأخر كل يوم حتى يكون غروبه في آخر الليل أي قبل طلوع الفجر ثم يتأخر في الليل إلى أن يغرب في أول الليل في المغرب ثم يختفي بعد ذلك فلا يرى ليالي كثيرة ثم يرى بالغداة طالعا بالمشرق خفيا بعد ذلك فهذا هو سقوط الأفول. ومنازل القمر الثمانية والعشرون ذات الأنواء هي التي ذكرها الله عز وجل في قوله: "والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم" يس 39، يريد أنه ينزل كل ليلة منزلا منها حتى يصير في آخر ليلة من الثماني

جدول (2): منازل القمر وأنواؤها

المنزل	النوء
الشرطان Sheratan=β,γ - Arietis	أول المنازل التي تظهر بالشام، وهما نجمان يقال أنهما قرنا الحمل ويسميان النطح والناطح، وإذا حلت الشمس بهما تكون قد حلت برأس الحمل. أو هما أول نجوم فصل الربيع. عند ذلك يعتدل المناخ ويتساوى الليل والنهار ونوؤهما غير محمود
البطين Botein= ε,δ,ρ Arietes	يقال له بطن الحمل وهو ثلاثة نجوم خفية كأنها أثافي (والأثافي هي ثلاثة أحجار يوضع عليها القدر). وهو يقع بين الشرطان والثريا، عند سقوطه يرتج البحر فلا تجرى فيه جارية. وتقول العرب إذا طلع البطين اقتضى الدين وظهر الزين وإقتفى بالعطار والقين. واقتضاء الدين عند طلوع البطين لأنهم يرجعون عن البوادي لأوطانهم وقوله ظهر الزين يريد أنه عند التلاقي يتجملون بأحسن ما يحصلون عليه. واقتفاؤهم بالعطار والقين أي برهم بهما لاحتياجهم لشراء الطيب من العطار وإصلاح القين ما رثّ من آلاتهم وأمتعتهم.
الثريا Pleiades	هي أشهر هذه المنازل وأصلها من الثروة وهى كثيرة العدد وهى سبعة أنجم ظاهرة كزبان العقرب. وفى داخلها نجوم خفية أصغر من النجوم الظاهرة. وعند نوء الثريا يدخل الناس إلى بيوتهم حيث يشتد البرد وينزل المطر وذلك عند ظهورها في وقت الشتاء
الدبران Aldebaran = α Tauri	وهو نجم أحمر منير يلي الثريا وسمى دبرانا لإستدبار الثريا ونوؤه غير محمود والعرب تتشاءم به.
الهقعة Hakah=λ,φ,φ Orionis	وهى رأس الجوزاء وهى ثلاثة نجوم صغيرة وسميت هقعة تشبها بعرض زور الفرس الذي يقال له الهقعة والعرب يشبهون نوأها بنوء الجوزاء حيث إن

الهنعة AlHanah=γ,ξ Geminiorm	وهي نجمان أبيضان بينهما مسافة قيد سوط في المجرة وثلاثة تحيط بهما ومجموعها خمسة. منها أربعة متتابعة إلى جانب واحد هما جهة العرض على هيئة الألف الكوفي، ويذكر العرب نوؤها من أنواء الجوزاء وفي نوئها انتهاء شدة الحر. والجوزاء تعد في المجموعات النجمية اليمنية وهي تسمى الجبار لأنها في صورة رجل على كرسي عليه تاج. فالرأس هو الهقعة (ثلاثة نجوم خفيفة في هيئة الأثافي) وفوق الرأس نجوم كثيرة صغار مستديرة واسعة متناسقة كالعقد تسمى تاج الجوزاء ثم ثلاثة نجوم بيضاء متتابعة في صدر الجوزاء عرضا تسمى النظم أو نطاق الجوزاء وتحتها ثلاثة نجوم طولا تسمى الجوازي ، ويد الجوزاء عبارة عن نجمان أزهران في أحدهما حمرة، ورجلا الجوزاء عبارة عن كوكبين نورهما نحو نور اليدين. ويوجد فيها الشعرى وهو النجم الأحمر في يد الجوزاء، وهي التي ذكرها الله عز وجل في كتابه:" وإنه هو رب الشعرى" لأن قوما في الجاهلية عبدوها.
الذراع Al-Dhira= $\beta\ \alpha$, Geminiorum	وهي ذراع الأسد المقبوضة، وللأسد ذراعان مقبوضة ومبسوطة، المبسوطة تكون في اتجاه اليمن والمقبوضة في اتجاه الشام ونوؤهما محمود قلما يتخلف عنه المطر وتزعم العرب أنه إذا لم يكن في السنة مطر يخلف الذراع فالسنة مجدبة
	تقع بعد الذراع وهي ثلاثة نجوم متقاربة وهي أنف الأسد ونوؤها شديد الحرارة.
النثرة Aluathra=$\alpha\gamma$, ε, δ Cancri	وهو طرف الأسد وهما نجمان بين يدي الجبهة وأمام الطرف نجوم كثيرة يقال لها الأشغار وفي نوئها يظهر بوارح وسموم

الطرف Altarf= χ,λ Leonis الجبهة Algeiba= $\alpha\gamma$ $\alpha,\xi,$□Leonis	وهى جبهة الأسد وهى أربعة نجوم فيها عوج بين كل نجمين في رأى العين قيد سوط (مقدار ذراع) وهى معترضة من الجنوب إلى الشمال، والجنوبي منها يسمى قلب الأسد وعند نوئها ينكسر حد الشتاء وتهب رياح اللواقح ونوؤها محمود، يقال: ما امتلأ واد في نوء الجبهة ماء إلا امتلأ عشبا.
	وهى زبرة الأسد أي كاهله، والكاهل مغرز العنق وهى نجمان نيران بينهما قيد سوط، والزبرة هي شعر الأسد الذي ينزل عند الغضب. وأحد النجمين أكثر ضوءا من الآخر وفيهما عوج قليل ويكون في نوئهما مطر شديد
الزبرة Alzubra= δ , □ Leonis	وهى نجم واحد على إثر الزبرة مضيء جدا. وعنده نجوم صغر. يذكرون أنه قنب الأسد، والقنب وعاء القضيب. ومع طلوعها يزيد النيل وتأتى أيام العجوز في نوئها
الصرفة Alsarfa = β Leonis	هي أربعة نجوم على إثر الصرفة تشبه كافا غير مشوقة وقد تشبه أيضا كتابة ألف ممدودة لأسفل والعرب يشبهونها بكلاب تتبع الأسد. وفى نوئها يستوي الليل والنهار وهو ابتداء فصل الخريف
العواء Alaua=$\gamma,\delta,\beta,$ □ε Virginis	
السماك Azimeck= α Virginis	وهما سما كان، أحدهما السماك الأعزل وهو الذي ينزل به القمر وله النوء. وهو نجم واحد أزهر. والآخر السماك الرامح ولا يكون له نوء. والسماك نوؤه غير محمود لأن مطره شديد ينبت نبات إذا أكلت منه الإبل مرضت.
	الغفر أول المنازل اليمنية وهو ثلاث نجوم خفيفة بين السماك الأعزل وبين باني العقرب، وسمى غفرا لأن عند طلوعه تفقد الأرض زينتها.
الغفر Al ghafr =χ,λ,ι Virginis	الباني هما زبانيا العقرب. وهما نجمان مفترقان بينهما مقدار خمسة أذرع، وعند نوئها تهب رياح البوارح وهى الشديدة الهبوب شتاء والحارة صيفا .

الزباني Al zubana= β, α, Librae	هو إكليل العقرب. وهو عبارة عن ثلاث نجوم مصطفة معترضة. والعرب تقول إذا طلع الإكليل هاجت السيول.
الإكليل Iklil =β, δ, π Scorpii	هو قلب العقرب وهو نجم أحمر وراء الإكليل . ونوء القلب يتشاءم بـ العرب ويكرهون السفر إذا كان القمر نازلا العقرب. وفى نوئه يشتر البرد وتهب الريح الباردة ويسكن الماء في عروق الشجر.
القلب Alqulab = α Scorpii	هي نجمان متقاربان يكاد أن يتماسا في ذنب العقرب، وفى نوئها يسقط الورق كله.
الشولة Alshaula = Scorpii	ثمانية نجوم على إثر الشولة. أربعة منها تظهر في الشريط البيض الذي يمثل المجرة في السماء، وأربعة خارجة عن المحبرة، وفى نوئها أول الشتاء.
النعائم Al naaim= . Sagittarir	هي منطقة فضاء في السماء لا نجوم بها وهي تقع بين النعائم وبين سعد الذابح ينزل القمر بها. وفى الحقيقة هي ستة نجوم صغيرة خفية تشبه القوس، وفى نوئها يجمد الماء ويشتد الشتاء.
البلدة Albalda= d Sagit	هو نجمان غير نيرين بينهما قدر ذراع وأحدهما مرتفع في الشمال والآخر هابط في الجنوب. ويقرب الأعلى منها نجم صغير يكاد يلتصق به وتقول العرب هي شاته التي يذبحها. وفى نوئها يصعد الماء فروع الشجر ويرجى المطر.
	هما نجمان مستويان في المجرى وفى نوئه يتكاثر المطر وتتراوح الطيور وتهب ريح الجنوب.
سعد الذابح Sad Aldabih=	هو ثلاثة نجوم أحدهم نير والآخرون دونه وفى نوئه ينبت العشب.

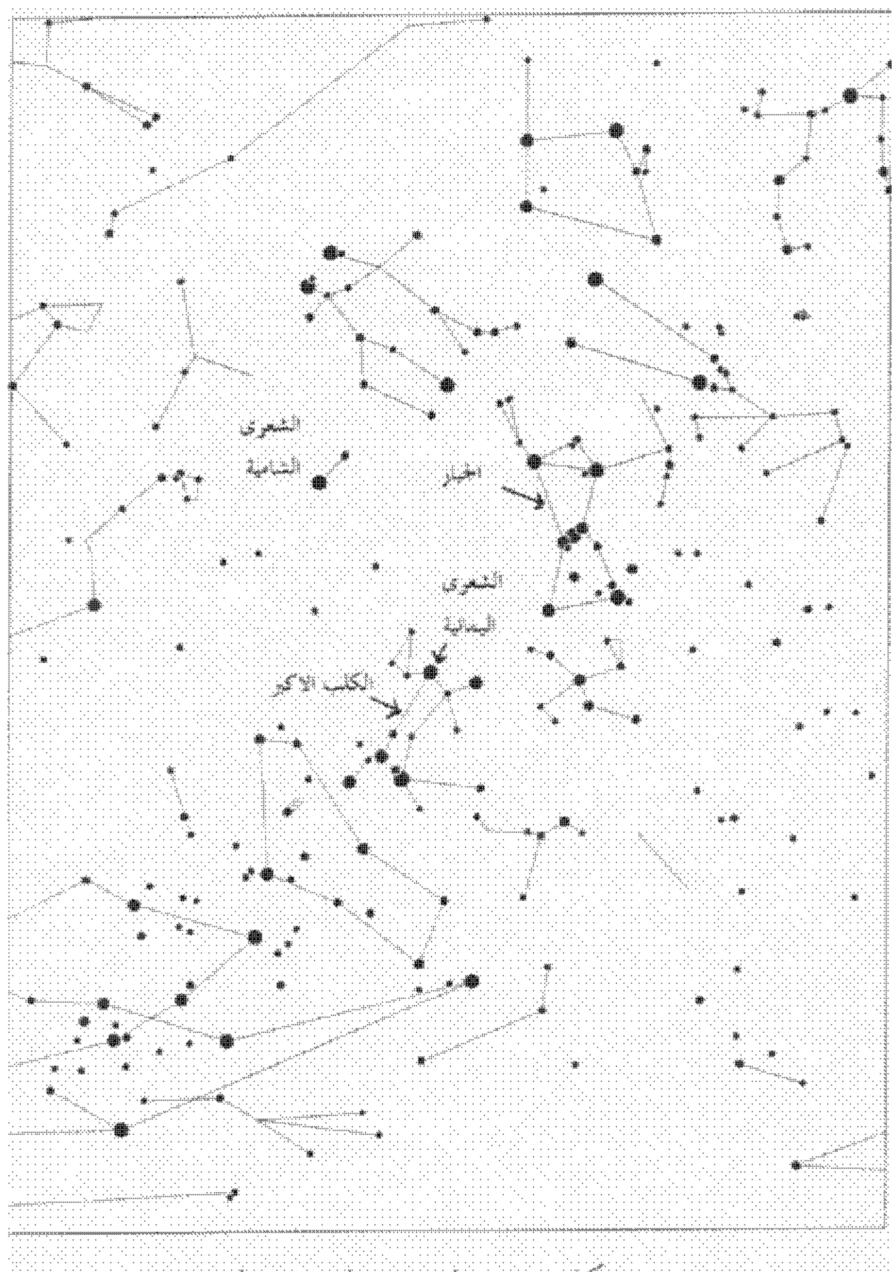
Capricorni	هو أربعة نجوم متقاربة واحد منها في وسطها. ونوئه غيـر محمـود تخـرج فيــه الحـشرات المختبئــة فــي الأرض.
سعد بلع Sad Albali= □□□Aquarius	هو فرع الدلو المقدم والدلو أربعة نجوم واسعة مربعة اثنان منها الفرع الأول ونوؤه غير محمود.
سعد السعودadalsuud= □□Aquarius	هو الفرع الثاني من الدلو ونوؤه محمود.
سـعد الخبايـا Sad Alakhbiya= □□□□ Aqualius	هو نجوم كثيرة في شكل خلقة السمكة وفى بطنها نجم مضـيء يسمى قلب الحوت. وعند سقوطه ينتهي عوز المياه ويطلع بعده الشرطان ويعود الأمر إلـى مـا كـان عليه في السنة الأولى.
الفرع الأول Fargh al awwal= □□ Pegasi	
الفـرع الثـان Fargh al- thani=□□Pegasi	
الحوت Al Haut= □ Andromedae	

المدخل الثالث: النسيء:-

كان الحج إلـى مكـة ووجـود الأشـهر الحـرم، ذو القعـدة وذو الحجـة والمحرم ورجب شريعة عند العرب من عهد إبراهيم وإسماعيل عليهمـا السلام. ومع أنهم كانوا يهتدون بالنجوم في أسفارهم عبر الـصحراء وأنـهم لاحظـوا تحـرك القمـر وسـط النجـوم أثنـاء الـشهر القمـري Lunation ، إلا أن حظهم من علمـي الفلك والحساب لـم يكـن بـالقـدر الـذي يمكنـهم من تعيين مواسم الحج بحيث يقع فـي فصل مناسب لارتحـالهم إلـى مكـة ويـروى أن رجلا من بنى كنانة كان يأتي كل عام في موسم الحج ليحدد للنـاس موعد

المدخل الرابع: البيئة العربية:-

أما حالة العرب الاجتماعية والسياسية قبل الإسلام، فكانوا يعيشون في واد غير ذي زرع في الجزيرة العربية، عبارة عن شراذم من البدو يتحاربون ويتقاتلون، ليلهم خمر ونساء، ونهارهم حروب ودماء، صنعتهم ومعيشتهم تقوم على استغلال ما تجود به الأرض من عشب ترعاه الغنام والإبل، والنخيل النامي بالجزيرة العربية وتجارة بسيطة خلال رحلتي الشتاء والصيف باستخدام نجمي الشعرى اليمانية والشامية، انظر شكل (4)، وما عدا ذلك ظلمة من الجهل تكاد تطبق على كل الأرجاء، والناس بين سادة وعبيد.



شكل (٤) : الشعري اليمانية والشامية

الفصل الثاني

الفلك عند العرب بعد ظهور الإسلام

المدخل الأول: تمهيد:-

ظل حال الفلك عند العرب وسائر الأمم كما ذكرنا حتى أضاءت مشكاة الإسلام ذلك العالم المختلط المشتت والمتشعب الأطراف، فأبطل عبادة الكواكب والآلهة الأخرى ودعا إلى عبادة الله وحده، قال تعالى: "لو كان فيهما آلهة إلا الله لفسدنا".، ودعا إلى التأمل والتفكير واستعمال العقل قال تعالى: "أولم ينظروا في ملكوت السموات والأرض وما خلق الله من شيء". الأعراف 185 وبالتالي صرف الإسلام الناس إلى الفكرة الحقة في التوصل إلى أن الأجرام السماوية Celestial bodies ما هي إلا آيات مبصرة، ونبه الناس إلى اختلاف الليل والنهار وإلى عظمة الأجرام السماوية وإلى نظام المواسم، مما يدل على قدرة الخالق ويبرهن على توحيده.

هذا الإسلام الذي نادى بالتوحيد استطاع أن يشعر ذلك العالم المشتت بوحدته، وأن يجعل هذه البيئة المترامية الأطراف حول الرافدين وحول النيل وامتدادا إلى الشرق في الأرض الفارسية حتى ما وراء النهر جعلها تكون حضارة واحدة يربطها رباط واحد. فأصبح الناس إخوانا متحابين سواسية كأسنان المشط لا فرق بين الناس إلا بتقوى الله، وانتهاج منهج رسول الله ودخل الناس في دين الله أفواجا وبدأ الإسلام يعمر الأرجاء ويؤسس كل مجالات الحضارة المختلفة وأصبح المجتمع الإسلامي لافتاً لأنظار العالم كله فهو القائد للبحرية في السلم والحرب والتعمير والحضارة، مسترشدا بكتاب الله وسنة رسوله الذي لا ينطق عن الهوى، حيث قال تعالى "وما ينطق عن الهوى إن هو إلا وحي يوحى، علمه شديد القوى" النجم (5،4)

وبالإسلام نشأت الحضارة العربية والإسلامية، ومن تلك الحضارة تولد العلم العربي والإسلامي الذي أسهم في تكوين مفكرين من مختلف القوميات والجنسيات، فهناك السريان والفرس والصابئة والمسيحيون والنساطرة واليونانيون والأقباط في مصر والعبرانيون والهنادكة والأتراك

أقصد هنا بالعلم العربي علما كتبت مادته باللغة العربية وأسهم في تقدمه أقوام عاشوا في البلاد العربية أو خضعوا للسلطان العربي وارتبطوا، بمصير واحد وجمعوا تراثا مشتركا وتذوق جميعهم العربية حتى قال قائلهم:"لئن أهجى بالعربية أحب إلى من أن أمدح بالفارسية"، وهذا لأن العلم لا ينسب لجنس من الأجناس بل للغة التي حرر بها، وبواسطتها نشر، فإذا ما ذكرت المعجزة اليونانية Greek واستشهد بأعلامها أمثال بطليموس الذي ولد بمصر وعمل بالإسكندرية وطاليس المالطي من آسيا الصغرى (تركيا)، ألم يركز أساسا على اللغة التي نشر بها هؤلاء العلماء والحكماء مادة علمهم وحكمتهم؟. وإذا ما ذكرت العالمة الفرنسية ماري كوري اليونانية الأصل، أوبنها يمر أحد المسئولين الأمريكان عن البرامج الفضائية (13)، أكان الاعتداد بجنسية هؤلاء الأصلية أم كان المهم والأساس هو اللغة التي نشروا بها نتائج بحوثهم؟. لذا فمن يقول إن العلم في العصر الإسلامي كان فارسيا أو يونانيا أو غير ذلك فحجته فاسدة.

عودة إلى الإسلام العظيم، حيث كان النزوع إلى العقل هو إحدى ظواهر الفكر الإسلامي التي برزت في وقت مبكر من حياته. لذلك نراه يلجأ إلى العقل ليحرك به الوعي الذاتي للفرد ويدفع به إلى الاستقلال في الرأي، فتتدافع سور القرآن الكريم سواء منها المكي أو المدني بآيات الدعوة إلى النظر العقلي لاستخراج العلل وتحقيقها وتنقيتها في إطار وحدانية الله والحلال والحرام. وصدق الله تعالى إذ يقول:"إن في خلق السموات والأرض واختلاف الليل والنهار والفلك التي تجرى في البحر بما ينفع الناس، وما أنزل الله من السماء من ماء فأحيا به الأرض بعد

ولقد صحح رسول الله صلى الله عليه وسلم عقيدة وفكر العرب بما يتعلق بالنجوم حيث كان هناك نوعان من نسبة العرب للمطر إلى نوء نجم. الأول أن يجعلوا نوء النجم الساقط (الغارب) علما للمطر و وقتاً له، كما يجعلون الشتاء وقتا للبرد والقيظ وقتا للحر. ومن ذهب منهم إلى هذا المذهب واعتقد في النوء هذه النية فقال:- مطرنا بنوء الثريا يريد حين الثريا ناءت حدث المطر لم يكن بذلك بأس ولا عليه فيه إن شاء الله جناح.

وإليه ذهب ابن عباس للمرأة التي جعل زوجها أمرها في يدها فطلقته، فقال:"خطأ الله نوأها ألا طلقت نفسها" يريد أخلى الله نوأها من المطر والمعنى حرمها الله الخير كما حرم من لم يمطر وقت المطر. وكذلك قول أمير المؤمنين عمر بن الخطاب للعباس عم رسول الله صلى الله عليه وسلم حين استسقى به :"يا عم رسول الله كم بقى من نوء الثريا؟" كأنه علم أن نوء الثريا وقت يرجى فيه المطر فسأله عنه أخرج أم بقيت منه بقية؟ (10). والثاني هو أن يجعل الفعل للنجم فيكون عنده هو الذي أنشأ السحاب وأتى بالمطر وهذا من أمور الجاهلية وهذا الذي يعنيه رسول الله عليه الصلاة والسلام بقولة: " ثلاثة من أمور الجاهلية الطعن في الأنساب والنياحة والأنواء" راجع الحديث في لسان العرب. وقال صلى الله عليه وسلم:" إن الله عز وجل يقول: " ما أنعمت على عبادي نعمة إلا أصبحت طائفة منهم بها كافرين يقولون مطرنا بنوء كذا وكذا فأما من آمن بي وحمدني سُقياي فذلك الذي آمن بي وكفر بالكواكب". الحديث بالبخاري كتاب الآذان ومسلم كتاب الإيمان. وقال صلى الله عليه وسلم:" "لو أن الله حبس القطر عن الناس سبع سنين ثم أرسله أصبحت بها طائفة كافرين يقولون مطرنا بنوء المجدح".

وقال ابن عباس في قول الله عز وجل: " وتجعلون رزقكم أنكم تكذبون" الواقعة أراد الأنواء والرزق هنا بمعنى الشكر أي تجعلون شكركم لله على ما رزقكم أن تنسبوا ذلك الرزق للكواكب. ولولا أن رسول الله صلى الله عليه وسلم ذم مذاهب العرب في الأنواء فدل ذلك على أنه لا عمل للنوء في السحاب cloud والرياح wind والمطر rain لجاز للمعتقد في

ومن تلك التوجيهات الربانية، أخذ العقل العربي في أنحاء العالم الإسلامي المتعدد الثقافات، بعد الفتوح الإسلامية للبلاد المجاورة لجزيرة العرب، ينطلق كما يدعوه القرآن الكريم، مما أدى إلى تطور شامل في نهضة العرب العلمية. وكانت بواكير النهضة العلمية في شتى العلوم التي أطلق عليها البعض بالعلوم العقلية أو الدخيلة أو بعلوم العجم أو بعلوم الأوائل لأنها لم تظهر بظهور الإسلام وإنما عرفت من خلال الاحتكاك بشعوب البلاد المفتوحة مستندة في عصورها الأولى على العلوم الدينية التي عرفها البعض بالعلوم الشرعية أو النقلية أو الوضعية أو الطبيعية وإن كان للفقيه الحنبلي ابن تيميه رأى مخالف بالنسبة للتفرقة. بين العلوم الشرعية والعلوم العقلية، إذ يرى أنه من الخطأ الظن بأن العلوم الشرعية هي ما أخبر به الشارع فقط، بل هي كل علم دل عليه الشارع وأرشد إليه، وإن عامة المتفلسفة وجمهور المتكلمة جاهلة بمقدار العلوم الشرعية ودلالة الشارع عليها، وبوهمهم علو العلوم العقلية عليها، فإن جهلهم إبتني على مقدمتين جاهليتين: "إحداهما أن الشرعية ما أخبر الشارع بها، والثانية أن ما يستفاد بخبره فرع للعقليات التي هي الأصول، وكلا المقدمتين باطلة، فإن الشرعيات ما أخبر الشارع بها وما دل الشارع عليها. وما دل الشارع عليه ينتظم جميع ما يحتاج إلى علمه بالعقل" (14). وهذا يعنى إن ابن تيميه يعد اكثر العلوم العقلية من طب Medicine ورياضيات Mathematics وفلك وفيزياء Physics وكيمياء Chemistry على عصره (661-728هـ/ 1262-1327م) ضمن العلوم الشرعية، مادام الشرع يدلنا عليها كما يفهم من قوله :"وأما إذا أريد بالشرعية ما شرع علمه فهذا يدخل فيه كل علم مستحب أو واجب، وقد يدخل فيه المباح. وما علم بالعقل وحده فهو من الشرعية أيضا، إذا كان علمه مأمورا به في الشرع". وذلك على العكس تماما من الفقيه ابن عبد البر، الذي عمد إلى تقسيم العلوم تقسيما ثلاثيا (15) يخالف تماما ما ذهب إليه أغلب الباحثين عند تناولهم لها، ويعد أقرب إلى الصواب والمنطق فهو يرى أن : " العلوم عند جميع الديانات ثلاثة: علم أعلى، وعلم أسفل، وعلم أوسط. فالعلم

وكانت قفزات العرب سريعة حملتهم إلى القمة في سرعة مذهلة وظل العرب متربعين على عرش العلوم حتى أواخر القرن الحادي عشر، وقد بدأت هذه النهضة العلمية بالترجمة، بعد ما هدأت الحروب الإسلامية حيث مال الناس بعد الفتوح إلى الثقافة وإلى ما يتعلق بأعمالهم اليومية، فتوسعت المدارك بما عند الأمم من معرفة العلوم ومنها علم الفلك. وفي العصر العباسي زادت العناية بعلم الفلك، ويستغرب أن يتهالك الخلفاء في قسم التنجيم Astrology للاسترشاد بالطالع ومراعاة مافية من سعد أو نحس استعانة بالمنجمين في أعمالهم من حل وترحال أو مباشرة أي عمل. وهكذا الولادة وما يقرر الطالع في مصيرها، بل صاروا يتخوفون من الكوكب الغربي ذي الذنب المعروف حاليا بمذنب هالي Hally comet مما جعل أبو تمام يشير إلى موضوع التنجيم بقوله:

السيف أصدق إنباء من الكتب ** في حده الحد بين الجد واللعب
بيض الصفائح لا سود الصحائف ** في متونهن جلاء الشك والريب
أين الرواية بل أين النجوم وما ** صاغوه من زخرف فيها ومن كذب
تخرسا وأحاديثاً ملفقة ** ليست بنبع إذ أعدت ولا غرب

المدخل الثاني: الترجمة في الدولة الإسلامية:

لقد مرت حركة الترجمة Translation في الدولة الإسلامية وعبر أربعة قرون من تاريخها، ابتداء" من القرن الأول وحتى منتصف القرن

وتحتل الترجمة في القرن الأول الهجري أهمية خاصة في تاريخ حركة الترجمة عموما، على الرغم من ضيق النطاق الذي تمت فيه. وتكمن تلك الأهمية في أنها تمثل المرحلة الأولى من تاريخ عهد المسلمين بها، وأن ما حدث من نقل في هذا القرن كان أول نقل في الإسلام (17). وكانت أول محاولة لنقل علوم الفرس إلى العربية إبان فتح المسلمين لبلاد فارس قد قام بها سعد بن أبى وقاص، ولكن هذه المحاولة لم يكتب لها النجاح. قال ابن خلدون في مقدمته: "... وأما الفرس فكان شأن هذه العلوم العقلية عندهم عظيما ونطاقها متسعا لما كانت عليه دولتهم من الضخامة واتصال الملك... ولما فتحت أرض فارس ووجدوا فيها كتبا كثيرة، كتب سعد بن أبى وقاص إلى عمر بن الخطاب ليستأذنه في شأنها ونقلها للمسلمين، فكتب إليه عمر أن اطرحوها في الماء فإن يكن ما فيها هدى فقد هدانا الله بأهدى منه، وإن يكن ضلالا فقد كفانا الله، فطرحوها في الماء أو في النار وذهبت علوم فارس فيها عن أن تصل إلينا" (18). وذكر أيضا السيوطي : " أن علوم الأوائل دخلت إلى المسلمين في القرن الأول لما فتحوا بلاد الأعاجم، لكنها لم تكثر فيهم ولم تشتهر بينهم لما كان السلف يمنعون من الخوض فيها".(19)

وفي نظري أن ما فعله سيدنا عمر رضى الله عنه هو عين الصواب، حيث إنه في تلك الفترة بدأ المجتمع الإسلامي يتطور من مجتمع عربي صرف إلى مجتمع عالمي، يضم أجناساً شتى، ولغات وثقافات متباينة، وبالتالي فطن سيدنا عمر إلى خطورة هذا الموقف، وخشي أن

ومن أبرز من اهتم بالترجمة في هذا القرن هما الخليفة عمر بن عبد العزيز، والأمير خالد بن يزيد. يقول ابن النديم أن: "ما سرجويه الطبيب البصري، كان إسرائيليا في زمن عمر بن عبد العزيز، وكان عالما بالطب، وهو الذي تولى لعمر بن عبد العزيز ترجمة كتاب أهرن القس في الطب، (من السريانية إلى العربية)، وهو كناش فاضل من أفضل الكنانيش القديمة" (17). وكان الأمير خالد بن يزيد (20) يعتبر أول شخصية في الإسلام يأمر بترجمة كتب: الطب والكيمياء والهيئة (الفلك) إلى العربية، كما أنه كان أول عربي يبحث في العلوم العقلية ويظفر منها بمركز جديد بالنظر والاعتبار (21). تقول زيفريد هدنكة: " ولم يسترح خالد لأصدقائه الأوفياء (الكتب)، وهم يتحدثون معه بلغات غريبة عنه، فبدأ خالد _ كأول حلقة في سلسلة عظيمة من دعاة الحركة العلمية- فبدأ بدعوة المتعلمين من الإغريق والعرب من الإسكندرية وعهد إليهم بترجمة أعمال يونانية ومصرية إلى اللغة العربية، مصرا بذلك على أن يتعامل مع الثقافات المختلفة بلغته هو" (22). والأمر الذي أدى إلى عدم اتساع نطاق الترجمة في العهد الأموي هو: أن مشاكل الحياة السياسية في هذا العصر عطلت تطور الحياة العلمية وعلى الأخص حركة نقل التراث الأجنبي (23).وكذلك عدم اهتمام أي خليفة أموي آخر (دون عمر بن عبد العزيز، والأمير خالد) في أي مضمار من العلوم والمعارف (17).

أما القرن الثاني الهجري كان أفضل من القرن الأول في حركة الترجمة وذلك لاهتمام البعض من الخلفاء العباسيين بحركة الترجمة على

ولقد ذكر المسعودى: "وكان المنصور أو خليفة قرب المنجمين وعمل بأحكام النجوم، وكان معه نوبخت المجوسي المنجم وأسلم على يديه وهو أبو هؤلاء النوبختية، وابراهيم الفزاري المنجم صاحب القصيدة في النجوم وغير ذلك من علوم النجوم والهيئة والفلك وعلى بن عيسى الإسطرلابي المنجم" (25).

وبدأت ترجمة أول كتاب في الفلك في عام 767 ميلادية تقريبا حيث جاء إلى بغداد وفد من السند لمقابلة الخليفة المنصور، وكان من بين أعضائه عالم فلكي يدعى"كانكاة" يحمل معه مرجعا مهما في علم الفلك اسمه"سد هانت أو سند هندي" فطلب منه الخليفة إملاءه مختصر الكتاب، ثم أمر الخليفة كل من يعقوب بن طارق المتوفى 796 ميلادية وإبراهيم الفزاري المتوفى 777 ميلادية بترجمة"سد هانت" إلى العربية، وأن يؤلف منه كتاب تتخذه العرب أصلا في حركات الكواكب (26).وبعد أن تمت الترجمة حرف العرب أسمه إلى السند هند Sindhind وأصبح هذا المرجع نبراسا يسير عليه علماء الفلك العرب مدى نصف قرن من الزمان أو أكثر.

ذكر صاعد الأندلسي أنه: "في سنة ست وخمسين ومائة (27) قدم على الخليفة المنصور رجل من الهند عالم بالحساب المعروف (بالسند هندي) في حركات النجوم.. فأمر المنصور بترجمة ذلك الكتاب إلى العربية، وأن يؤلف منه كتابا تتخذه العرب أصلا في حركات الكواكب، فتولى ذلك محمد بن إبراهيم الفزاري ، وعمل منه كتابا يسميه المنجمون بالسند هند الكبير، فكان أهل ذلك الزمان يعملون به حتى أيام الخليفة المأمون (28). ولقد اهتم المنصور بجمع علماء الفلك والمهندسين، وغيرهم من العلماء في بلاطه ومن هذا الوقت ابتدأت ترجمة الكتب

وأخذت حركة الترجمة بعد ذلك تزداد وتنشط وسافر الوكلاء إلى الدول الأخرى يجمعون المخطوطات العلمية النادرة في شتى العلوم. حتى جاء عصر الرشيد (31)، وهو من أزهى العصور التي مرت بها حركة الترجمة حتى مطلع عصر المأمون. فقد وصلت الترجمة هنا حدا من التطور الكمي والنوعي لم تصل إليه من قبل، ولقد كان للرعاية التي أولاها الرشيد لهذه الحركة وتشجيعه المادي لها، من أهم الأسباب التي حدث بها، أن تبلغ ما بلغته في هذا الوقت، وليس ذلك بكثير على الرشيد الذي اشتهر بحبه للعلم والآداب والفنون والقائمين بها مما كان له أبلغ الأثر في تطور ما بدأ به المنصور من قبل (17). لقد كان الرشيد يولي العلماء الذين يدرسون كتب العلوم اليونانية ويترجمونها مساعدات مجزية. وقد أنفذ الرسل إلى إمبراطورية الروم ليشتروا المخطوطات اليونانية (17)، وكذلك عندما فتح عموريه وأنقرة حمل معه إلى بغداد كل ما وجد فيها من مخطوطات (12)، وبالتالي توفر قدرا كبيرا من العلوم الهامة في بغداد.

وكان الشغل الشاغل للعرب في أول الأمر، هو الكشف عن تلك المصنفات المخبأة والمهملة من علوم ومعارف الإغريق، ثم العمل على ترجمتها إلى العربية كخطوة ثانية لتأتي بعد ذلك الخطوة الثالثة ممثلة في مرحلة الإضافة والابتكار (32) وهذا التدرج في تحقيق متطلبات حركة الترجمة يدلنا تماما على المستوى الفكري لكل من خطط له أو نفذه (17).

ولقد كان إحضار الورق في عصر الرشيد للدولة الإسلامية من أهم العوامل التي ساعدت على ازدهار الحركة العلمية وانتشار التأليف من ذلك العصر في القسم الشرقي من الإمبراطورية الإسلامية (17).

وفي عصر الرشيد كان للبرامكة دورا هاما في حركة الترجمة. قال السيوطي:"... فلما زالت الخلافة عنهم -أي عن بنى أمية- ودارت إلى

-لا يوصل إليها، فلما أفضت رياسة دولة بني العباس إلى يحيى بن خالد... بلغه خبر الكتب التي في البناء ببلد الروم، فصانع ملك الروم الذي كان في وقته بالهدايا ولا يلتمس منه حاجة، فلما أكثر عليه جمع الملك بطارقته وقال لهم إن هذا الرجل خادم العربي قد أكثر علي من هداياه ولا يطلب مني حاجة وما أراه إلا يلتمس حاجة وأخاف أن تكون حاجة تشق علي وقد شغل بالي.

-فلما جاءه رسول يحيى قال له: قل لصاحبك إن كانت له حاجة فليذكرها، فلما أخبر الرسول يحيى رده إليه وقال له: حاجتي الكتب التي تحت البناء يرسلها إلي أخرج منها بعض ما أحتاج وأردها إليه، فلما قرأ الرومي كتابه استطار فرحا وجمع البطارقة والأساقفة والرهبان، وقال لهم قد كنت ذكرت لكم عن خادم العربي أنه لا يخلو من حاجة، وقد أفصح بحاجته وهي أخف الحوائج علي، وقد رأيت رأيا فاسمعوه فان رضيتموه أمضيته وان رأيتم خلافه تشاورنا في ذلك حتى تتفق كلمتنا.

-فقالوا وما هو؟ قال: حاجته الكتب اليونانية يستخرج منها ما أحب ويردها. قالوا فما رأيك؟ قال: قد علمت أنه ما بنى عليها من كان قبلنا إلا أنه خاف إن وقعت في أيدي النصارى وقرءوها كان سببا لهلاك دينهم وتبديد جماعتهم، وأنا أرى أن أبعث بها إليه وأسأله أن لا يردها يبتلون بها ونسلم نحن من شرها، فإني لا آمن أن يكون بعدي من يجترئ على إخراجها للناس فيقعوا فيما خيف عليهم، فقالوا نعم الرأي رأيت أيها الملك فأمضه، فبعث بالكتب إلى يحيى بن خالد، فلما وصلت إليه، جمع عليها كل

قلت مقتضى هذا الكلام، إن ذلك حدث في خلافة الرشيد، فان البرمكي كان وزيرا له، ثم إنه نكب في أيامه وقتل في سنة سبع وثمانين ومائة... وأن المأمون لم يبتكر النقل وتعريب، بل نقل قبله كثير، فان يحيى بن خالد بن برمك عرب كثيرا من كتب الفرس مثل كليلة ودمنه، وعرب لأجله كتاب المجسطي من كتب اليونان".(17،19)

وأني أقول إن السبب الذي جعل المسلمين ينظرون إلى تلك الكتب نظرة عادية لا تؤثر في عقيدتهم، هي الطريقة التي رباهم عليها الإسلام وأئمتهم من تثبيت العقيدة وقواعد الاختلاف العقلي الصحيحة، وكذلك تفريق المسلمين بين العلوم التي عرفوها عن طريق الترجمة، حيث أطلقوا عليها العلوم الدخيلة، وبين العلوم الخاصة بهم في اللغة والدين والأدب وغيرها، حيث أطلقوا عليها العلوم الأصلية.

وفي هذا الصدد يقول ابن خلدون:"أعلم أن العلوم التي يخوض فيها البشر ويتداولونها في الأمصار تحصيلا وتعليما هي على صنفين: صنف طبيعي للإنسان يهتدي إليه بفكره، وصنف نقلي يأخذه عمن وضعه. والأول هي العلوم الحكمية الفلسفية وهي التي يمكن أن يقف عليها الإنسان بطبيعة فكره ويهتدي بمداركه البشرية إلى موضوعاتها ومسائلها ووجوه تعليمها حتى يقفه نظره ويحثه على الصواب من الخطأ فيها من حيث هو إنسان ذو فكر.والثاني هي العلوم النقلية الوضعية وهي كلها مستندة إلى الخبر عن الواضع الشرعي ولا مجال فيها للعقل إلا في إلحاق الفروع من مسائلها بالأصول لأن الحيثيات الحادثة المتعاقبة لا تندرج تحت النقل الكلي بمجرد وضعه فتحتاج إلى الإلحاق بوجه قياسي إلا أن هذا القياس يتفرع عن الخبر بثبوت الحكم في الأصل وهو نقلي فرجع هذا إلى النقل لتفرعه عنه، وأصل هذه العلوم النقلية كلها هي الشرعيات من الكتاب والسنة التي هي مشروعة لنا من الله ورسوله وما يتعلق بذلك من العلوم التي تهيئها للإفادة ثم يستتبع ذلك علوم اللسان العربي الذي هو لسان الملة وبه نزل القرآن، وأصناف هذه العلوم النقلية كثيرة لأن المكلف يجب عليه

عودة إلى دور البرامكة يقول الأستاذ شوقي ضيف: "لقد شجعوا ـ البرامكة- بكل ما استطاعوا على نقل الذخائر النفيسة إلى العربية من الرومية واليونانية والفارسية والهندية، وكانوا مما عنوا به إعادة ترجمة بعض الكتب اليونانية التي ترجمت قبل عصرهم بحيث تكون أكثر دقة وإتقانا، على نحو ما صنع يحيى بن خالد بكتاب المجسطي لبطليموس" (33). ثم تأتي بعد ذلك فترة حكم المأمون (34)، وهي تعتبر من أعظم العصور حيوية في أعمال الترجمة، وكان النقلة في الغالب من النساطرة المسيحيين، وممن له التسلط في اللغات: الإغريقية والسريانية والعربية وفي الغالب الفارسية أيضا.

وأن أغلب هؤلاء النقلة كانوا ينقلون في أول الأمر إلى اللغة السريانية ومن السريانية إلى العربية (17) . وفي حكم المأمون كانت صلاته بقياصرة القسطنطينية قد سهلت عليه أمر البحث عن مؤلفات

وكانت عملية الترجمة في كثير من الأحوال تتم على خطوتين: فمثلا من اليونانية إلى الفارسية ومنها إلى العربية. وفي بعض المراجع المهمة كانت ترجمة المرجع الواحد تسير في طريقين متوازيين، أحدهما من اللغة الأصلية إلى العربية مباشرة والأخرى من الترجمة الفارسية إلى العربية، ثم تعقد مقارنة بين الاثنين للتأكد من دقة الترجمة (26).ومن العلوم التي اهتم بها المأمون اهتماما خاصة إبان حركة الترجمة هذه، علم الفلك، حيث شهد هذا العلم ازدهارا ملحوظا في هذا العصر بصفة خاصة. وكان أول ما صنعه أمره بإصلاح كتاب المجسطي Almagest لبطليموس (17)، أي الترجمة التي تمت في عهد الرشيد.

وقد أخذ العرب بفكر بطليموس عن وضع الأرض في الكون، وفي بادئ الأمر اعتبروها ساكنة في مركز العالم. وبينوا أن القمر هو أقرب الكواكب إلى الأرض وفوقه فلك Orbit عطارد، فأفلاك الزهرة والشمس والمريخ والمشترى وزحل والنجوم الثوابت (5).

وفي القرن الرابع الهجري، انبثقت حركة واسعة في التدوين والتأليف على حساب حركة الترجمة، التي كانت نتيجة مباشرة لها. وهذه الفترة كانت تعتبر العصر الذهبي للمترجمين العرب الذين أثبتت ترجماتهم ما كانوا، يتمتعون به من مقدرة وكفاءة في هذا المجال فنافسوا بذلك أقرانهم التراجمة من غير العرب ومن أشهر هؤلاء التراجمة في هذا القرن: سنان بن ثابت بن قرة وعيسى بن إسحاق بن زرعه (17).

وكنتيجة مباشرة من حركة الترجمة انتشرت جميع العلوم والآداب التي ترجمت إلى العربية بعد أن أضاف العرب إليها وجهة نظرهم. وعلى سبيل المثال كتاب المجسطي قد وجهت إلى نظامه الفلكي عدة انتقادات،

ومما سبق نرى أن الترجمة صارت جنبا إلى جنب مع التطبيقات العلمية والدراسات النظرية وسرعان ما ظهرت روح التجديد والابتكار التي كان لها أثر بعيد في تقدم العلوم عند العرب.

ولما ضعفت الخلافة العباسية في بغداد انتقل مركز الثقل إلى الممالك والدويلات الشبيهة بالمستقلة فالديلم كانت لهم مجالس علم، ثم السلاجقة ثم الغزنويون والساسانيون وكانت دار الحكمة قد إنشئت بالقاهرة في عهد الحاكم بأمر الله عام 395هـ على غرار بيت الحكمة في بغداد، وقد حملت إليها الكتب من خزائن القصور والحاكم (12).وفي النهاية نقول أن حصول العلماء العرب على الكتب لم يكن بالأمر السهل بل وجدوا فيه عناء كبير وأمثلة على ذلك: ما ورد عن حنين بن إسحاق عن مخطوط عرف باسم البرهان قوله:" أنني بحثت عنه بحثا دقيقا وجبت في طلبه أرجاء العراق وسوريا وفلسطين ومصر... إلى أن وصلت إلى الإسكندرية ولكنى لم أظفر إلا بما يقرب من نصفه في دمشق (22). ويقول المستشرق نيكلسون:" لقد كان العلماء العرب في العصر الإسلامي يقومون برحلات هي أقرب إلى الأساطير، وإن أحدهم يقطع القارات الثلاث وليس له من دابة تحمله سوى قدميه، ثم يعودون إلى أوطانهم كما يعود النحل محملا بالعسل وما ذلك إلا ليبحث عن كتاب أو يناقش عالما أو يحضر على آخر، وإن أحدهم ليعود بأحمال من الكتب. والمثال على ذلك ما أخبرنا به البيروني في كتابه، "الآثار الباقية عن القرون الخالية،" أنه أخذ يبحث عن كتاب "سفر الأسرار" لما في قرابة أربعين عاما في طول البلاد وعرضها حتى عثر عليه في خوارزم لكي يدفع عن الرازي تهمة الإلحاد. وساح

المدخل الثالث: التنجيم:-

أحساب النجوم حملتمونا ** على شيء أرق من الهباء
علوم الأرض قد خفيت عليكم ** فمن أنبأكم علم السماء
دع الاعتراض فما الأمر لك ** ولا الحكم في حركات الفلك
ولا تسأل الله عن فعله ** فمن خاض لجة بحر هلك

نبذة تاريخية:-

لم يكن للعرب في الجاهلية دراية بصناعة التنجيم Astrology وظلوا على جهلهم هذا حتى كادت الدولة الأموية أن تنقرض، ودليل ذلك أنه لا توجد في أشعار الجاهلية وأخبارها شيئا يدل على علمهم بهذه الصناعة على وفرة ما جاء في هذه الأشعار والأخبار من اشتغالهم بالكهانة وغير ذلك من أنواع التفاؤل والتشاوءم.على أن العرب الذين استقروا خارج الجزيرة العربية بعد أواسط القرن الأول قد قالوا بتأثير الكواكب في السعد والنحس على الأخلاق (36).

لقد شاعت النجامة منذ الماضي السحيق عند قدماء الشرقيين، ويعتبر الكلدان وأهل بابل وقبلهم الآشوريين أساتذة العالم في علم النجوم، فهم الذين وضعوا أسسه وأقاموا بنيانه، وقد ساعدهم على ذلك صفاء سمائهم وجفاف هوائهم، فرصدوا الكواكب وعينوا أماكنها ورسموا الأبراج ومنازل القمر والشمس وحسبوا الكسوف والخسوف بالآت فلكية

وقد أخذ هذا العلم عن أهل بابل اليونـانيون والمصريون وغيرهم من أهل الحضارات القديمة، وفي القرن الخامس قبل الميلاد أغار الفرس على الكلدان وفتحوا بلادهم واستبدوا بهم، فثقل ذلك على الكلدان فهاجر كثير منهم إلى البلاد المجاورة، وكان من جملة المهاجرين جماعة من الكهان وأصحاب النجوم فتعلم العرب منهم أحكام النجوم وأخذوا عنهم أسماءها، كما عرفوا منهم مواقع الأبراج ومناطقها ومنازل القمر والشمس.وكان العرب يسمون أهل هذه الصناعة بالصابئة (11).

ولم يكن للتنجيم شأن عند العرب إلا منذ قيام الدولة العباسية في عهد أبى جعفر المنصور الذي أمر بترجمة الكثير من كتب هذا الفن، وكان يحيى بن أبى منصور الفارسي الأصل أول من أدخل التنجيم في قصور الخلافة، حيث أدخل زرادشت إلى بلاد فارس الفكرة القائلة بأن للنجوم تأثير مباشر في الخير والشر في الكون وأن لها دورا فعالا في حياة البشر جميعا. فالكواكب والنجوم والشهب Meteor الشريرة هي من صنع (اهريمن) الشرير الذي يسعى دائما إلى تحطيم نظام الكون Cosmos بماله من قوى خارقة فيوعز إلى الكواكب السبع أن تبعث الشرور في نفوس البشر، وبعد اهتمام الخلفاء بالتنجيم نشط الفرس في جمع المصادر المختلفة المتعلقة بعلم التنجيم القديم من هندية أو بابلية أو كلدانية ونقلوها إلى القصور العربية، وكان أشهر فارسي (يهودي العقيدة) عمل بالتنجيم في البلاد الإسلامية هو (ما شاء الله) وقد كان له أيضا تلاميذ بررة ومريدون كثيرون (1).

ولقد أشاع المنجمون Astrologers وعلى رأسهم أبى معشر قصة كان الغرض منها تفادى الحجج التي وجهت للتنجيم وكذلك استقطاب الناس وذلك بتأليف قصة تهدف إلى ربط التنجيم بالوحي.فهذه الأسطورة تقول أن هرمس- وهو الذي يخلط بعض الناس بين اسمه واسم النبي إدريس عليه السلام المعروف عند المسلمين والمعروف أيضا باسم أخنوخ عند اليهود- كان أول من تحدث عن الأجسام الفلكية ومدارتها وأول من عمل على

حرفة التنجيم:-

التنجيم هو عبارة عن تعاليم خاطئة تدعى أن ما يحدث على الكرة السماوية Celestial sphere له تأثير محدود ومعروف على مجرى الحوادث على الأرض، وتحاول تلك التعاليم على وجه الخصوص استنتاج طبائع وحياة الآدميين والتنبؤبها وذلك من أوضاع الأجرام السماوية، ويستخدم ما يسمى بالطالع في التنبؤ بسير حياة الناس وطباعهم وفرص الزواج وغيره (40)، والطالع عبارة عن رسم لمواقع الكواكب والشمس والقمر على الكرة السماوية وقت ميلاد الشخص أو عند الوقت المراد التنبؤ له.

وفي حالات كثيرة يقتصر المنجم على النجوم التي ترى بالعين المجردة، أي تؤخذ فقط مواقع الأجرام السماوية في داخل منطقة البروج في الاعتبار، ومنطقة البروج مقسمة إلى 12 قسما متساويا ولكل منها اسم برج من البروج، وهذه البروج ليست متساوية المكث في الأفق Horizon الشرقي فمثلا برج الحمل Aries يمكث ساعةو25 دقيقة والجوزاء Gemini يمكث ساعتين.، وعند عمل الطالع لشخص ما تراعى أوضاع الأجرام

تأخذ الكواكب والشمس والقمر وكذلك كل منزل وبرج من الأبراج صفات معينة تزداد قوة أو تضعف على حسب ما يوجد بها من أجرام سماوية ذات صفات تتفق أو تختلف مع صفات المنازل أو الأبراج ذاتها، وقد أعطى المنجمون لشروق الكواكب لحظة الميلاد أو معرفة الطالع في أي ساعة صفات مختلفة من برج إلى برج، فشروق المشترى Jupiter علامة تدل على وفرة الرزق والغنى في برج ما وتدل على الشهرة والرفعة في برج آخر والجمال والحسن في برج ثالث، أما شروق زحل Saturn فهو على عكس ذلك، إما أن يدل على الفقر وقلة الرزق أو على الخمول والضياع أو على القبح.

أيضا قسم المنجمون الأبراج إلى هوائية وتشمل: الجوزاء Gemini والميزان Libra ، والدلو،Aquarius ومنها نارية وهى تشمل: الحمل والأسد Leo والقوس Sagittarius . وترابية وهى تشمل: الثور Taurus والسنبلة Virgo والجدي Capricornus وأخيرا مائية وهى تشمل: السرطان Cancer والعقرب Scorpio والحوت Cetus ، ويسير في ذلك المنجم على نظام معين فمثلا تعطى البروج على التوالي وبالتبادل صفات ذكور و إناث ويكون مثلا نتيجة ذلك أن يحصل الثور على صفات إناث (41).

نبوءات كاذبة:-

وإذا كان المنجمون قد صدقت نبوءاتهم في بعض الحالات القليلة جدا، فإن هناك روايات تدلنا على عدم تحقق نبوءاتهم في أكثر الحالات. ومن ذلك اتفاقهم عندما تم بناء مدينة بغداد عام 146هـ أن طالعها يقضى بأنه لا يموت فيها خليفة. وشاع ذلك حتى هنأ الشعراء المنصور وقال بعضهم.

يهنيك منها بلدة تقضى لنا ** أن المممات بها عليك حرام

لما قضت أحكام طالع وقتها ** أن لايــرى فيهـــا يموت إمام.

وأكد هذا القول في نفوس الناس موت المنصور بطريق مكة ثم المهدى بماسبذان ثم الهادي بعساباذ ثم الرشيد بطوس. فلما قتل بها المأمون الأمين بشارع باب الأنبار ظهر فساد قول المنجمين، ولذلك قال الشاعر

كذب المنجم في مقالته التي ** نطقت به كذبا على بغدان

قتل الأمين بها لعمري يقتضي ** تكذيبهم في سائر الحسبان

ومن النبوءات الكاذبة أيضا اتفاق المنجمين عام 353هـ عندما أراد القائد جوهر بناء مدينة القاهرة، وكان قد سبق مولاه المعز إلى الدخول إلى الديار المصرية لما أمره المعز بدخولها بالدعوة وأمره إذ دخلها أن يبنى بها مدينة عظيمة تكون نجوم طالعها في غاية الاستقامة ويكون بطالع الكوكب القاهر وهو زحل أو المريخ على اختلاف حاله.فجمع القائد جوهر المنجمين بها وأمر كل واحد منهم أن يحقق الرصد وأمر البنائين ألا يضعوا الأساس حتى يقال لهم ضعوه وأن يكونوا على هيئة من التيقظ والإسراع حتى يوافقوا تلك الساعة التي اتفقت عليها أرصاد أو لتلك الجماعة، فوضعت الأساسات على ذلك وسموها بالقاهرة إشارة إلى الكوكب القاهر واتفقوا كلهم بأن الوقت الذي بنيت فيه يقضى بدوام جدهم وسعادتهم ودولتهم وأن الدعوة لا تخرج فيها عن الفاطمية وان تداولتها الألسن العربية والعجمية، فلما ملكها أسد الدين شيركوه بن شادي ثم ابن أخيه الملك الناصر صلاح الدين يوسف بن أيوب ومع ذلك المصريون قائمون بدعوة العاضد عبد الله بن يوسف، توهم الناس أن ما قاله المنجمون من قبل حقا لتبدل اللسان وحال الدعوة مستبقى، فلما رد صلاح الدين الدعوة إلى بنى العباس انكشف الأمر وزال الالتباس وظهر كذب المنجمين حتى اعتذر من اعتذر منهم بأن البنائين كانوا قد سبقوا الرصادين إلى وضع الأساس (37). وآخر الأمثلة لهذه النبوءات الكاذبة في عام 837م، 223هـ) ظهر مذنب مخيف في السماء هو في الغالب مذنب هالي، وكان الخليفة المعتصم قد هم بفتح عمورية فجاءه المنجمون ينذرونه بالويل والثبور إلا إنه توكل على الله ومضى في الأمر وتم له

السيف، أصدق أنباء من الكتب ** في حده الحد بين الجد واللعب

إلى أن قال:-

أين الرواية، بل أين النجوم وما ** صاغوه من زخرف فيها ومن كذب

وخوفوا الناس من دهياء مظلمة ** إذا بدا الكوكب الغربي ذو الذنب

يقضون بالأمر عنها وهي غافلة ** مادار في فلك منها وفي قطب

وكان المنجمون محط سخرية إزاء تنبؤاتهم الخاطئة.فيروى الطبري: أنه عندما مرض الخليفة الواثق مرضا مميتا أمر بإحضار المنجمين عنده، فحضر سبعة منهم وتنبئوا له بالعيش خمسين سنة أخرى، وإذا به يموت بعد خمسة أيام.وكان هذا التكهن الزائف قد أدى إلى ظهور قصائد لاذعة (43). ويروى سعد الشيرازي الحكاية التالية قائلا:"دخل منجم إلى منزله فرأى غريبا جالسا مع امرأته فنسبه أقذع سباب وثارت بينهما فتنة فوقف متدين على تلك الحال فقال:

بدارك لم تدر ماذا جرى ** فماذا دريت بأوج الفلك (38)

الاعتراض على التنجيم:

لقد واجهت حرفة التنجيم اعتراضا من كل طوائف العلماء، فينظر إليها علماء النفس على أن ليس فيها صلاح للإنسان ولا فائدة تعود عليه منها لأن في ذلك تنغيصا للعيش واستجلابا للهم واستشعارا للخوف والحزن والمصائب قبل حلولها وهذا ما أكده فريق من العلماء والأطباء في الولايات المتحدة الأمريكية في مؤتمر عقد في ولاية كاليفورنيا حيث أكدوا أن الإيمان بالتنجيم والمنجمين يتسبب في مشاكل طبية واجتماعية تصل أحيانا إلى حد الانتحار (44).

أما من الناحية الدينية فهو محرم تحريما تاما حيث أكد القرآن في حسم أن العلم بالغيب أمر خاص بالله تعالى وحده، وفي ذلك وردت آيات كثيرة منها على سبيل المثال قول الله عز وجل: "قل لا يعلم من في السموات والأرض الغيب إلا الله" النمل 65 .وقوله تعالى: "ولله غيب السموات والأرض وإليه يرجع الأمر كله" هود123، ويقول أيضا: "قل إن أدرى أقريب ماتوعدون أم يجعل له ربى أمدا، عالم الغيب فلا يظهر على غيبه أحدا، إلا من أرتضى من رسول" الجن 25- 27 .

ولقد أنكر فقهاء المسلمين هذه العملية حيث ورد أن الإمام النووي الذي توفي عام 161هـ قد قابل المنجم اليهودي (ما شاء الله) فقال له: " أنت تخاف زحل، وأنا أخاف رب زحل، وأنت ترجو المشترى وأنا أرجو رب المشترى، وأنت تغدوا بالاستخارة وأنا أغدو بالاستخارة، فكم بيننا..." (37). وهذه الرواية أوردها ابن القفطي كما يلي: "دارت محاورة بين سفيان الثوري وما شاء الله، إذ قال سفيان لما شاء الله: "أنت تخاف زحل وأنا أخاف رب زحل، وأنت ترجو المشترى وأنا أرجو رب المشترى وأنت تغدو بالاستشارة وأنا أغدو بالاستخارة فكم بيننا."، فقال له ما شاء الله": كثير ما بيننا، حالك أرجى وأمرك أنجح وأحجى" (39).

وقد انعقد إجماع علماء الفلك على إنكار التنجيم، على سبيل المثال وجه البيروني كلمات قاسية انتقد فيها حماقات أبى معشر النجم بشدة واعترض على الطرق والوسائل التي كان المنجمون يستعملونها مع الناس (22).وأما ابن سينا وهو الفارسي المولد وصديق البيروني الحميم، فقد طالب بإلغاء التنجيم نهائيا. ويذكر: أنه لما كان المنجمون مجبرين على الاعتراف بأن آراءهم لا تستند إلى أساس متين، فإنهم تظاهروا بأن مذهبهم مستمد مما أوحى إلى النبي إدريس، وراحوا يدعون الصدق المطلق لمذهبهم باعتباره مستمدا من نبي إلهي. ويمضى ابن سينا قائلا:"إن جوابنا عن هذا الإدعاء هو أن رسالة النبي إدريس صحيحة بالتأكيد، فإنه لا يمكن أن يتعارض قول هام لأحد الأنبياء مع قول نبي آخر، وذلك على عكس التعارض القائم بين أقوال الأنبياء وخيالات المنجمين التي ينسبونها إلى الأنبياء أنفسهم" (38). وحيث كان ابن سينا أشهر العلماء والفلاسفة العرب آنذاك وأكثرهم تأثيرا ونفوذا فكان نتيجة

أما من الناحية العلمية والمنطقية فلي اعتراضات كثيرة على هذه الحرفة:-
1- من المعروف أن الشمس هي النجم السماوي الرئيسي المؤثر في حياتنا، فالطاقة الشمسية تخزن في النبات عن طريق عملية البناء الضوئي الذي ينتج عنه الغذاء الملائم للإنسان والحيوان، أيضا الطاقة الشمسية هي التي تسبب الحياة داخل البحار وللطاقة الشمسية تأثير حيوي مباشر على الإنسان، أما نجوم السماء فهي شموس كشمسنا لكنها تبعد عن الأرض بمسافات كبيرة جدا ويكفي لتصور بعد النجوم عنا أن نعرف أن ضوء الشمس Sunlight يصل إلينا بعد ثماني دقائق في حين يصل ضوء أقرب النجوم Alpha centauri (أ- قنطورس) إلينا في أكثر من أربع سنوات، وهناك من النجوم من يصل ضوءه بعد آلاف السنين، وعلى هذا فمقدار ما يصل إلى الأرض من أشعة الشمس كبير جدا، أما ما يصل إلينا من ضوء النجوم مجتمعة صغير جدا لدرجة الإهمال، إذن كيف يؤثر هذا الكم الضئيل على حظ الإنسان ولا تؤثر الشمس على حظه.
2-من المعروف أن ضوء النجوم الضعيف جدا يستقبله كل البشر على الكرة الأرضية، فكيف يصيب هذا الضوء إنسان دون آخر
3- لماذا لا يستطيع المنجمون التفريق بين طالع الفرد والتوأم، لأنه لابد أن ينجح عن التنجيم نفس الصفات ونفس الحظ لكل من فردى التوأم لأن وضع الأجرام السماوية لم يتغير كثيرا في الفترة بين ميلاديهما. هذا في حين أنه معروف عند علماء النفس والاجتماع العكس من ذلك، أن التوأمين يختلفان في الطبائع وربما المستقبل.
4- من المعروف أن الإنسان يستطيع أن يرى بعينة المجردة من 4000-6000 نجم في الليلة الواحدة، هذه النجوم مقسمة إلى 88 مجموعة منها 12 مجموعة تقع في مسار الأرض حول الشمس وهى التي تسمى البروج والباقي موزع شمال وجنوب هذا المسار، فكيف يكون هناك تأثير لهذه المجموعات الإثنى عشر دون الباقي؟

5-عند حساب الطالع يستخدم المنجم خمس كواكب وهم: عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل مع القمر Moon ، فلماذا لم يتنبأ قدامى المنجمين بكلً من كوكب بلوتو Pluto ونبتون Neptune وأورانوس Uranus ، ولماذا لم يأخذ المنجمون المعاصرون تأثيرهم عند حساب الطالع الآن؟

6-من المعروف عند وضع نظام البروج لأول مرة كان برج الحمل يحتل خطوط الطول البروجيه Zodiacal longitude من صفر- 30 درجة، والثور يحتل من 30-60 درجة.... وهكذا، وحيث أن نقطة الاعتدال الربيعي Vernal equinox قد تزحزحت نتيجة لترنح الاعتدالين Precession of equinoxesحوالي 30 درجة على الدائرة البروجية ، فإننا نجد أن برج الثور يقع في المكان الذي كان يحتوى برج الحمل سابقا والحمل في مكان الحوت... وهكذا. فهل تغيرت صفات أصحاب البرج الواحد حديثا عن قديما.

المدخل الرابع: أهمية الفلك عند العرب:

إن الدوافع التي دفعت العرب إلى الاهتمام بعلم الفلك، هي الصلة الوثيقة بينه وبين حياة العرب الدينية أولا والدنيوية ثانيا. إن لعلم الفلك لدى المسلم معنى دينيا عميقا، فالنجوم ومدارها والشمس وعظمتها والقمر وسيره لبرهان ساطع على عظمة الله وقوته. إن الدين الإسلامي قد وضع قوانين ثابتة للقيام بواجبات العبادة تعتمد على عامل الزمن وحركة الأجرام السماوية، فبالتالي وجب على كل مؤذن (مؤقت) أن يكون عالما فلكيا وله معرفة عملية بعلم تحديد الأوقات، فهو مضطر لأن يفهم كيف يعمل الإسطرلاب ليتمكن من تحديد موعد الأذان خمس مرات يوميا، وهو مسوق أيضا للقيام بحسابات دقيقة لمعرفة أوقات ظهور القمر في أول شهر رمضان ونهايته وعليه كذلك أن يحسب مواعيد غروب الشمس وشروقها لتحديد فترة الصوم والإفطار، بالإضافة إلى تعيين اتجاه مكة المكرمة حيث القبلة (22).

وأيضا كان علم الفلك من أحب الدراسات إلى العرب بعد الرياضيات، فالنجوم منذ الأيام القديمة هي هادى العرب في الصحراء وكذلك في ميدان الملاحة البحرية، حيث إنه من المعلوم أن الملاحين

ولقد تكلم كثير من علماء المسلمين في أهمية علم الفلك نذكر منها ما يلي: يحكى أنه بينما كان يجلس ذات يوم فلكيان عربيان في ساحة الجامع وأمامهما كتاب المجسطي، مرت بهما جماعة من علماء الدين فتوقفوا مستفهمين عن النبع الذي منه يرتون، فأجاب أحدهما إننا نقرأ شرح الآية الكريمة: " أفلا ينظرون إلى الإبل كيف خلقت وإلى السماء كيف رفعت" الغاشية 6 (22). ولقد كتب أبو الحسن على الهجويري (1070م):

" إن العلم كثير والعمر قصير، وليس تعلم كل العلوم مثل علم النجوم، فالنجوم لمعرفة الوقت للصلاة في الليل" (38). ويصف البتاني علم الفلك فيقول:"إن علم صناعة النجوم فيه نفع عظيم، لأنه يتيح معرفة مدة السنين والشهور والمواقيت وفصول الأزمان وزيادة النهار والليل ونقصانهما ومواضع النيرين (45) وكسوفها، ومسير الكواكب في استقامتها ورجوعها (46)، وتبدل أشكالها، (47) ومراتب أفلاكها وسائر مناسباتها ... أن ذلك كله يؤدى بمن أنعم النظر وأدام الفكر فيه إلى إثبات التوحيد ومعرفة كنه عظمة الخالق وسعة حكمته وجليل قدرته ولطيف صنعه" (48). وفي كتاب تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن يتحدث البيروني عن الحاجة إلى معرفة المواقع الجغرافية لأجل تحديد جهة مكة الشريفة التي يتعين على كل مسلم أن يولى وجهه شطرها عند الصلاة، وكذلك أصحاب الديانات الأخرى يجب أن يحددوا بعض الجهات لأجل عبادتهم باستخدام علم الفلك. فيقول إنه:"قد ظهرت منه

المدخل الخامس: المراصد الفلكية:-

من المعروف أنه لا ارتقاء في علم من العلوم إذا اقتصر أصحابه على التقليد من السلف ومنعوا أنفسهم من تجديد البحث وامتحان آراء المتقدمين وإمعان النظر في أقوالهم باستقلال الفكر ورياضة العقل، إذن فللتقدم العلمي في علم الفلك شرطان: أولهما: التبحر في نظرياته، والثاني: المثابرة على الأرصاد وإتقانها لأن الحركات السماوية لا يحاط بها معرفة مستقصية حقيقية إلا بتمادي العصور والتدقيق في الرصد (36).

لذلك اهتم العرب ببناء المراصد Observatory (54) وصناعة الأجهزة الفلكية، ففي بعض المؤلفات توجد إشارات إلى المراصد الإسلامية في العصر الأموي (661- 750م) التي بنيت قرب دمشق (38).ولكن هذا القول لا يستند إلى مصادر موثوق بها، ومن غير المرجح وجود تلك المراصد، حيث لم يكن النشاط العلمي في الدولة الإسلامية قد ارتقى إلى درجة تمكن من إقامة المراصد، ويبدو أن هناك شيئا من الخلط راجع إلى أن دمشق كانت عاصمة الأمويين، وأن المأمون كان قد بنى مرصدا قرب دمشق (38).

ويقول ابن يونس (1009م) أنه في عهد هارون الرشيد وفي حياة يحيى بن خالد البرمكي (805م) قد أجريت عمليات رصد فلكية Astronomical observations في جند يسابور قام بها أحمد بن النهاوندي الذي ألف الزيج المشتمل، ومما يزيد من أهمية تلك الأرصاد كونها أجريت في جند يسابور التي كانت مركزا للثقافة اليونانية في ظل الحكم الإسلامي آنذاك، وذلك قبل أن تطغى أهمية بغداد على جنديسابور نفسها (38).

وعندما وصلت الدولة الإسلامية إلى درجة النضج العلمي بعد حركة الترجمة وفي عهد المأمون قام ببناء مرصدين أحدهما في الشماسيه ببغداد والآخر على جبل قاسيون في إحدى ضواحي دمشق (38). وهناك بعض المؤلفات تشير إلى مرصد آخر قد بناه المأمون في سهل تدمر في العراق (55). بإقامة مرصدي العراق ودمشق بدأ سير العرب في الطريق الصحيح نحو نهضة علم الفلك، ثم تبع هذين المرصدين مراصد دائمة إذ أنشأ بنو موسى (56) مرصدا في بغداد على طرف الجسر وفيه استخدموا حساب العرض الأكبر من عروض القمر (55). وبنى البتاني مرصد خاص به في الرقة، حيث قام بعمليات رصد امتدت أربعين عاما (887-

ولقد أوردت بعض المراجع إن الخليفة الفاطمي الحاكم بأمر الله (996-1021م) بنى مرصدا بالقاهرة.وهناك تأكيد أيضا على أن ابن يونس الذي ألف الزيج Ephemeris الحاكمي قد أجرى أعماله الفلكية في هذا المرصد، وكثيرا ما يعين مكان هذا المرصد بأنه يقع على جبل المقطم على مقربة من القاهرة، وكان بعض المؤلفين قد رأوا أن هذا المرصد يشكل جزءا من دار العلم التي أنشأها الحاكم بأمر الله في مدينة القاهرة (38).ولكن ايد بن صاييلي في كتابة" المراصد الفلكية في العالم الإسلامي" يقول في ذلك الموضوع بعد تحقيقه:"... ولذا فإن النتيجة التي نخلص إليها حول عدم وجود مرصد أنشأه الحاكم بأمر الله أو عدم توافر تلك المؤسسة لابن يونس مرجعها عدم ذكر ذلك في مصادرنا (أي المصادر التي حقق منها هذا الموضوع)، بما فيها المقرنيرى ونصر الدين الطوسي وأتباعه. فلو أن الحاكم بأمر الله كان قد بنى مثل ذلك المرصد لابن يونس لعمل-هذا الأخير- حتما على التعبير بألفاظ واضحة عن امتنانه لراعى المشروع الذي أهدى إليه الزيج بدلا من الاكتفاء بملاحظة يشير فيها إلى الابتداء بعمله بناءا على أمر تلقاه من ذلك الخليفة".ويرجح أيضا الكاتب أن ابن يونس كان له مرصدا خاص به وأيضا كان يقوم بعمليه الرصد من بعض المساجد مثل مسجد أبى جعفر أحمد المغربي الذي رصد منه كسوف الشمس وثلاثة خسوفات للقمر.

وفي القرن الحادي عشر أنشأ السلطان السلجوقي ملكشاه (1072-1092م) مرصدا، الذي يعتبر أكثر المراصد أهمية في ذلك القرن لأنه كان يمثل مرحلة أكثر تقدما من مرحلة مرصد شريف الدولة ولأنه ظل قائما مدة طويلة نسبيا بالقياس إلى المراصد الملكية التي سبقته لأن مؤسسه عاش مدة طويلة بعد أن قام ببناء المرصد (38).

يعد القرن الثالث عشر أهم حقبة في تاريخ المراصد الإسلامية لأن مرصد المراغة الواقعة في أذربيجان جنوبي تبريز تم بناءه في ذلك القرن. ومرصد المراغة واحدا من أهم المراصد الإسلامية حيث بنى المرصد

في القرن الخامس عشر الميلادي بنى أولغ بك مرصد سمرقند ، الذي كان يمثل ذروة الإنجازات العلمية الإسلامية في ميدان بناء المراصد والذي شكل أهم حلقة وصل بين العالم الإسلامي وأوروبا، حيث حظى العالم الإسلامي بمكانة رفيعة من أوربا في ميدان بناء المراصد إبان القرن الخامس عشر.وتدل كثيرا من المراجع على إن أولغ بك قد بنى مدرسة فخمة وزاوية في سمرقند ومرصدا في ضواحيها.وكان هذا المرصد هو أداة لوضع الجداول الفلكية ومن ضمنها زيج أولغ بك المسمى بالزيج

تلك آثارنا تدل علينا ** فانظروا بعدنا إلى الآثار

يصبح متحققا في كتاب رائع لذلك العصر يكون عنوانا للصيت والمجد الرفيعين الذين يطبقان الآفاق (38).يقول ايدين صاييلي: "يرجع الفضل في معرفة المكان الذي يقع فيه مرصد سمرقند إلى الأبحاث التي قام بها جـ.ل. فاتكن فلقد حالفه الحظ في العثور على وثيقة من وثائق الوقف التي كتبت حوالي عام 1665م، وكانت تتضمن معلومات تفصيلية كافية عن المنطقة التي يقع فيها المرصد، وهذا ما أدى به إلى تحديد مكانه. ولقد استطاع فاتكن في أثناء عمليات التنقيب التي قام بها في عام 1908 م أن ينتشل بقايا قوس هائل كان يستخدم في تحديد منتصف النهار Celestial meridian (أي خط الزوال) وهو ما يعتبر أهم أداة في مرصد سمرقند. يقع فناء المرصد الذي يبلغ ارتفاعه حوالي 21 متراً على تله ذات قاعدة صخرية، وتبلغ مساحة السطح لتلك التله حوالي 85مترا من الشرق إلى الغرب وحوالي170 مترا من الشمال إلى الجنوب. وتحيط بالمبنى الرئيسي للمرصد حديقة وأماكن إقامة لغرض السكن" ويذكر أيضا ايدن صاييلي جزءا من رسالة غياث الدين الكاشي ، أحد مديري مرصد سمرقند، إلى أبيه يشرح فيها لماذا أخذ أحد برامج الرصد فترة طويلة. فيقول غياث: " وهناك من يتساءلون عن السبب في عدم إتمام الرصد في عام واحد وحاجته إلى عشرة أو خمسة عشرة عاما. إن هناك ظروفا عديدة تتحكم في تحديد مسار الكواكب فلا رصد إلا إذا تهيأت هذه الظروف فمن الضروري على سبيل المثال أن يتوافر خسوفان يتساوى فيهما الجزء المنخسف ويكون الجزء المنخسف في جهة واحدة ويكون الخسوفان قريبين من موضع العقدة. كما يحتاج الأمر إلى خسوفين آخرين يخضعان لشروط أخرى. ومن أمثلة ذلك أيضا رصد عطارد، فمن الضروري أن يتم رصده مرة وهو في أقصى حالات استطالته Elongation صباحا ومرة ثانية وهو في أقصى حالات استطالته مساء (58)، مع مراعاة بعض الظروف الأخرى. وكذلك الشأن مع بقية الكواكب.... ولا

وفي القرن السادس عشر شيد مرصد هام في اسطنبول على يد العثمانين ، عندما جاء إلى عاصمة العثمانيين القاضي تقي الدين محمد الرشيد من مصر وكان فلكيا الذي أقنع الوزير أكبر زوغرلو محمد باشا والخواجة سعد الدين مدرس السلطان مراد الثالث ببناء مرصد في اسطنبول. وكان الوزير الأكبر والخواجة سعد الدين قد استفادا من منصبيهما حين ناشدا السلطان إقامة هذا المرصد تحت إشراف تقي الدين (38) وفي الجزء الأوربي من اسطنبول تم اختيار موقع المرصد فوق مرتفع يشرف على حي التوفان الذي يقع إلى الجنوب منه تقريبا. وكان مبنى المرصد متقنا ويحتوى على مكتبة ومساكن ومكاتب للفلكيين فيه ولموظفي الإدارة (38).وكان هذا المرصد أخر المراصد الإسلامية الهامة في تاريخ الدولة الإسلامية، حيث بدأ العالم الإسلامي يفقد زعامته.

ومن الأدلة الثابتة على أن أوربا قد تأثرت بالمراصد الإسلامية وأخذت نماذجها بعين الاعتبار أن مرصد تيكو براهى (العالم الألماني) كان مشابها تماما لمرصد اسطنبول ومرصد ملكشاه ومرصد المراغة (38)، بالإضافة إلى مرصد سمرقند العظيم.

وبجانب هذه المراصد العظيمة فقد أنشئت مراصد ثانوية كثيرة في أنحاء العالم الإسلامي، كما أنشئت مراصد خاصة في قصور بعض الأمراء والحكام (12). ومن أجمل المراصد الخاصة "مرصد الوقت والساعة" الذي كان غنيا بالآلات المتقدمة لمعرفة الوقت ولضبط التقويم بوسائل مبتكرة وطريفة. وقد بناه ركن الدين أحمد في نظام الحسيني وهو من سلالة النبي صلى الله عليه وسلم. يقول ايدين صاييلي :"ويشبه مرصد الوقت والساعة السماء المليئة بالضياء، فكل مواضع الكواكب وأزمانها مبينة من سمت الرأس إلى دائرة الأفق، فالسماء كلها قد أضحت راسخة مستقرة على الأرض، يدهش منظرها أعين الناظرين وتحار ترتيبها

المدخل السادس: ألا لآت الفلكية:

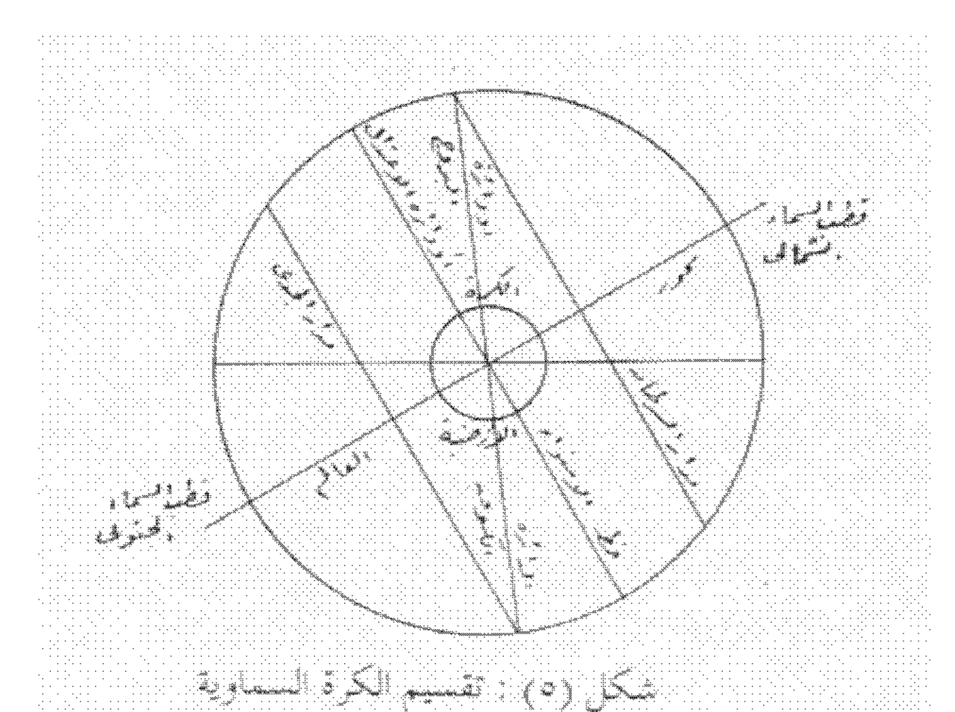
تمهيـــد:-

تعتمـد الأبحـاث الفلكيـة دائمـا علـى مـستوى تكنولوجيـا الرصـد وبالتالي على الحالة التكنولوجية لأجهزة الأرصـاد. ويؤدى إدخال أجهزة فلكية Astronomical instruments جديدة إلى تقدم ملموس في علم الفلك. قبل اختـراع المنظـار الفلكـي (التليـسكوب Telescope) كانـت جميـع الأجهـزة الفلكية عبارة عن أجهزة قياس زوايا Angles وكانت تستخدم في تتبع مكان ومسار الأجرام السماوية بطريقة أفضل مما يمكن بواسطة العين المجردة.

وبإنشاء المراصد كان لابد لها من آلات فلكية يستعين بها العلماء في معرفة درجات الطول والعرض وحركات النجوم من سمت Azimuth و ارتفـاع. ولقد أفرد الخـازني آلات الرصـد بكتـاب خـاص وهـو مـن العهد العباسي سماه "كتاب الآلات العجيبة" كما ألف غياث الدين الكاشي رسالة فارسية في وصف بعض ألا لآت.لذا استخدم العرب في بداية الأمر أجهزة شبيهة بالآت اليونـانيين والهنود وغيرهم وإن فاقتها في الدقة، وقام نخبة من العلماء العرب بصناعة هذه الأجهزة، وعلى رأسهم علي بن عيسى الإسطرلابي الذي برع في صناعة آلة الإسطرلاب Astrolabe . وأبو يحيى بن أبى منصور الذي زاد في دقة الأجهزة بزيادة تدريجات مقاييسها فقسم كل درجة إلى ستة أجزاء حتى تكون القيمة أقرب ما يمكن إلى الحقيقة.

لم يكتف العرب بالتحسينات على الأجهزة التي اقتبسوها بل إنهم ابتكروا أجهزة جديدة لقياس ارتفاعات الكواكب عن الأفق ومواقع النجوم وتعيين الزمن واعترف بدقتها علماء الغرب. أي أن هذه الأجهزة كانت تمثل قبة السماء وما يدور فيها. لذلك وجب على أن أقوم بشرح بعض الحقائق الفلكية والهندسية للكرة السماوية.

فالكرة السماوية أو السماء كما يسميها البعض (شكل5) هي كرة وهمية يراها الإنسان من على سطح الأرض. وهذه الكرة متحدة المركز مع الكرة الأرضية، نصف قطرها غير محدود ولا نهاية له، وإذا أخرجنا



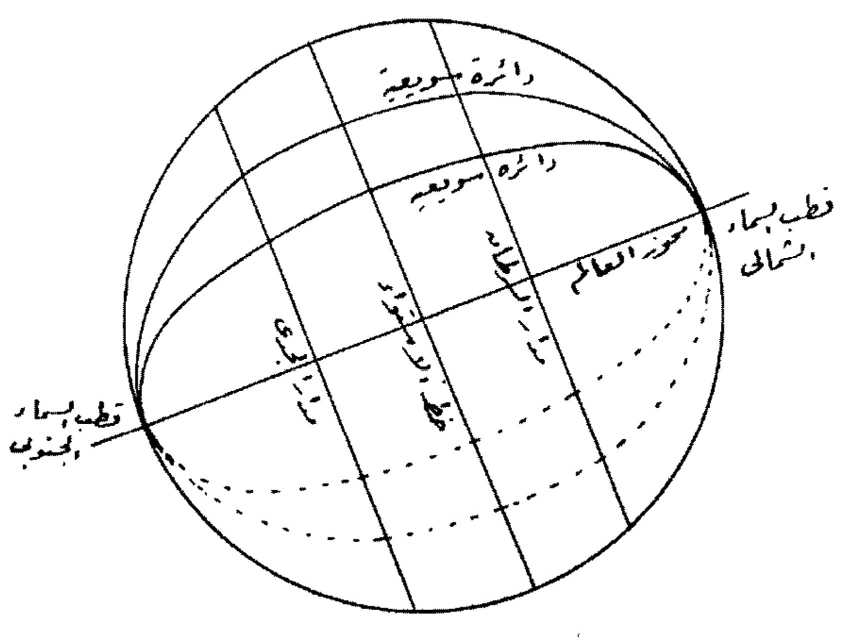
شكل (٥) : تقسيم الكرة السماوية

إذا تأملنا الكرة السماوية ليلا لفترة طويلة نوعا ما، لوجدنا أنها تدور ببطيء من الشرق إلى الغرب، وعليها نجوما ثابتة تدور معها في دوائر عمودية على محور العالم دون أن تتغير مواقعها بالنسبة لبعضها البعض، أو بالنسبة للكرة نفسها، ولا يستثنى من ذلك إلا الشمس والقمر وباقي كواكب المجموعة الشمسية وأقمارها والمذنبات Comets والكويكبات Asteroids التي تقع بين كوكب المريخ وكوكب المشترى والأقمار الصناعية Artificial satellite. وبملاحظة أو رصد النجوم الثابتة يوما كاملا من ليل ونهار، لوجدنا أنها تتم دورة كاملة في اليوم، يوما بعد يوم، وعاما بعد عام، دون تغيير أو تبديل. وهذه الدورة اليومية الظاهرة من الشرق

أما الشمس فهي تتحرك ظاهريا في دوائر عمودية على محور العالم، تسمى الدوائر اليومية. وأيضا للشمس حركة ظاهرية أخرى، فهي كل يوم تنتقل انتقالا يسيرا بين النجوم الثابتة على الكرة السماوية. وبرصدنا لهذه الحركة يوميا طوال العام لوجدنا أنها ترسم دائرة عظيمة (أي تمر بمركز العالم) تقع في مستوى مائل على سطوح الدوائر اليومية بمقدار 23.5 تقريبا، وتسمى هذه الدائرة بالدائرة الكسوفية Ecliptic أو دائرة بروج الشمس.

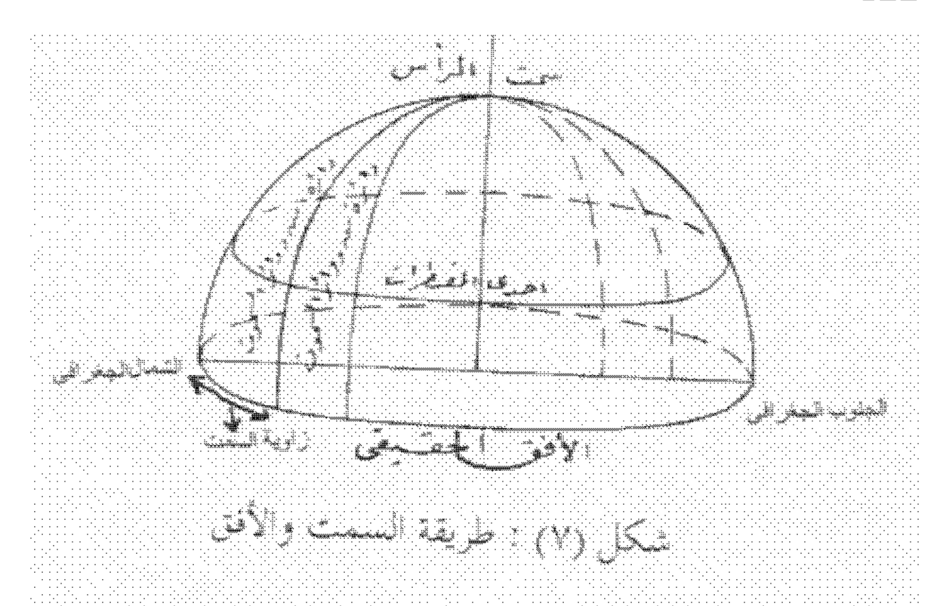
في الحقيقة الشمس لا تثب فجأة من دائرة يومية إلى التي تليها مهما قربت هذه الدوائر من بعضها البعض. والواقع أن هذه الدوائر ليست كاملة ولكنها تكون لفات حلزونية على الكرة السماوية قريبة جدا من بعضها، فالمسافة الزاوية بين كل دائرتين لا تزيد إلا قليلا عن ربع درجة. وتبلغ الشمس أقصى بعدها الشمالي عن خط الاستواء عند برج السرطان، وتسمى الدائرة اليومية التي ترسمها حينئذ مدار السرطان tropic of cancer ، أو المنقلب الصيفي وتبلغ أقصى بعدها الجنوبي عند برج الجدي، وتسمى الدائرة اليومية التي ترسمها مدار الجدي Tropic of capricorn ، أو المنقلب الشتوي.

وتعين مواقع الأجرام السماوية بأكثر من طريقة، نذكر منها الطرق التي كانت تستخدم في أجهزة العرب الفلكية وفي هذه الطرق تقسم السماء بشبكة من الدوائر المتقاطعة تماثل دوائر خطوط الطول والعرض التي يعين بها مواقع البلاد على سطح الكرة الأرضية. ففي الطريقة الأولى، شكل (6)، تقسم الدوائر اليومية إلى أربعة وعشرين قسما متساوية، وتخرج السطوح التي تمر بنقط التقسيم وبمحور العالم فتقطع قبة السماء في دوائر كبرى تسمى الدوائر السويعية أو الساعات. وتكون هي الدوائر اليومية والمدارات مجموعة من خطوط الطول والعرض على قبة السماء.



شكل (٦) : تقسيم الدوائر اليومية

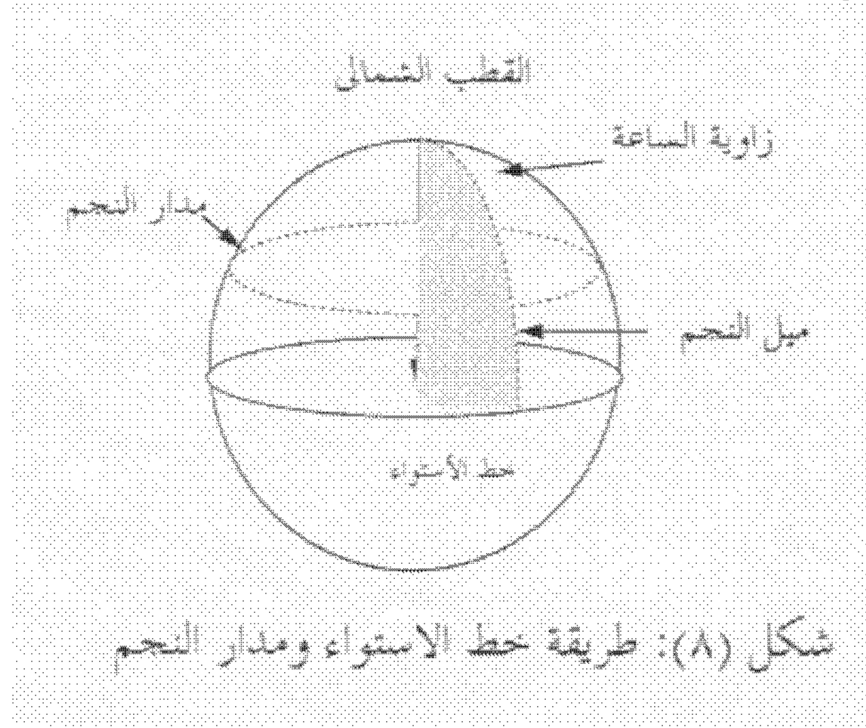
وفي الطريقة الثانية، شكل (7)، يمر الخط الرأسي المار بمكان الراصد حتى يقابل قبة السماء في نقطة تسمى سمت Zenith الرأس.



شكل (٧) : طريقة السمت والأفق

ويرسم المستوى المار بمركز الأرض عموديا على هذا الخط الرأسي نفسه، فيلتقي مع قبة السماء في دوائر عظمى تسمى الأفق Horizon الحقيقي أو الأفق السماوي. ترسم مستويات موازية للأفق، على زوايا متساوية، من الأفق إلى سمت الرأس فتقطع قبة السماء في دوائر صغرى، سماها العرب المقنطرات Alamcantar ، ثم ترسم مجموعة أخرى من المستويات، قائمة على الأفق، ومارة بسمت الرأس، فتقطع السماء في دوائر عظمى سميت دوائر السموت. فيتكون منها ومن المقنطرات مجموعة أخرى تشبه خطوط الطول والعرض، وتسمى دائرة السمت التي تمر بمكان الراصد ونقطة السمت والقطب الشمالي، بخط الزوال أو خط نصف النهار في ذلك المكان.ونقطتي تقاطع دائرة الأفق مع خط الزوال تعطى اتجاه الشمال والجنوب الجغرافي. وفي هذه الطريقة يعين موقع النجم بإحداثيين أحدهما ارتفاعه Altitude عن الأفق، وهو المسافة بين الفق وإحدى المقنطرات التي يقع عليها النجم والثاني هو الزاوية السمتية Azimuth للنجم، وهى الزاوية المحصورة بين خط الزوال والدائرة العمودية على الأفق مارة بالنجم ونقطة السمت أو المسافة المقاسة على الأفق من الشمال ونقطة تقاطع الدائرة العمودية مع الأفق. ويعيب هذه الطريقة أنها محلية، أي لا تصلح

أما في الطريقة الثالثة، شكل (8)، فإن خط الاستواء Equator الأرضي يمد حتى يلاقى الكرة السماوية في خط الاستواء السماوي Celestial equator وسماه العرب بدائرة معدل النهار.



شكل (٨): طريقة خط الاستواء ومدار النجم

وتقسم السماء بمستويات موازية لخط الاستواء على زوايا متساوية، من خط الاستواء إلى القطب السماوي الشمالي فتقطع قبة السماء في دوائر صغرى، تسمى مدارات النجوم Stellar orbits . ومدارات نجوم السماء كلها موازية لدائرة معدل النهار فيما عدا مدار الشمس فإنه يميل على هذه الدائرة بزاوية قدرها 23.5 درجة تقريبا. وفي هذه الطريقة يعين موقع النجم بثلاث إحداثيات أحدهما ميله Declination على مستوى خط الاستواء، وهو المسافة بين خط الاستواء السماوي ومدار النجم، والثاني هو زاوية

والطريقة الرابعة تشبه الطريقة الثالثة فيما عدا أن دائرة خط الاستواء توضع مكانها دائرة المسار السنوي الظاهري للشمس حول الأرض، أي دائرة مسار الأرض حول الشمس، ويكون موقع النجم معلوما إذا عرفنا زاوية بعده عن هذه الدائرة وزاوية انحرافه عن نقطة تقاطع خط الاستواء مع مسار الأرض حول الشمس.

نعود الآن إلى الأجهزة العربية الفلكية، فقد كان للرصد آلات، وهى على أنواع، تختلف بحسب الغرض منها. ولقد وضع كثير من علماء العرب كتبا في هذه ألا لآت مثل الخازني، والكاشي، وابن الشاطر، وتقي الدين.

أشهر الآلات العربية الفلكية:-

1- اللبنة أو الرباعية Quadrant الجدارية:-

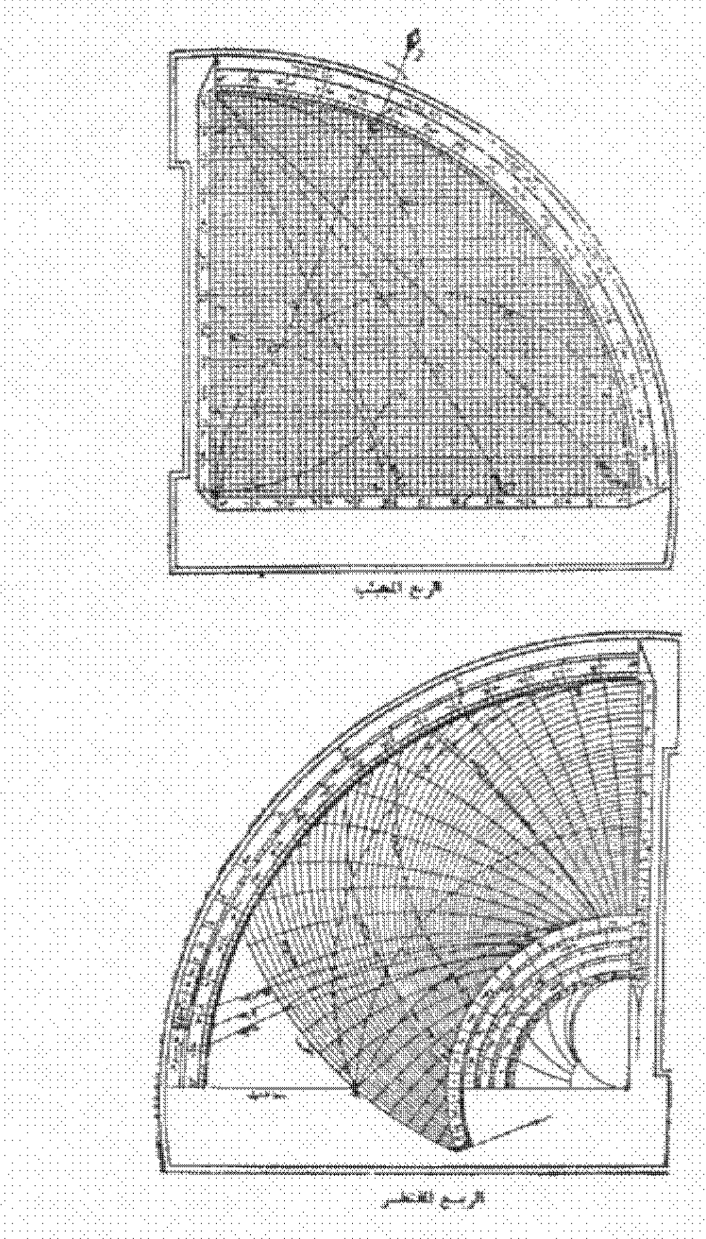
وهى جسم مربع مستوى يقاس به الميل الكلى (أي الميل على خط الاستواء) وأبعاد الكواكب وعرض البلد (59). وتدور فكرة هذه الآلة على وجود قائم متحرك يمكن بواسطته قراءة ارتفاع النجم على دائرة عمودية مقسمة. وقد بنيت بعضها بحجم كبير تم تثبيتها على حوائط في اتجاه خط الزوال واستخدمت تلك الآلة في أرصاد العبور (أي عبور الجسم السماوي خط الزوال)، وهذه الآلة تعتبر نواة المناظير الزوالية الحالية (60)، وإذا أمكن إدارة هذه الآلة على محور بحيث يمكن قراءة زاوية السمت عليها فإنها تعرف بآلة الربع السمتية، ولقد ظلت هذه الآلة تتحسن مع الزمن في شكلها ودقة تواريخها وازداد ارتفاعها عن الأرض حتى استخدمها تيكوبراهى (61). ولقد أورد البيروني في كتاب تحديد نهايات الأماكن وصف لربعيه جداريه نفهم منه إن لهذا الربع قطر يزيد على خمسة أمتار

2- الحلقة الاعتدالية:- Equinoctial Ring

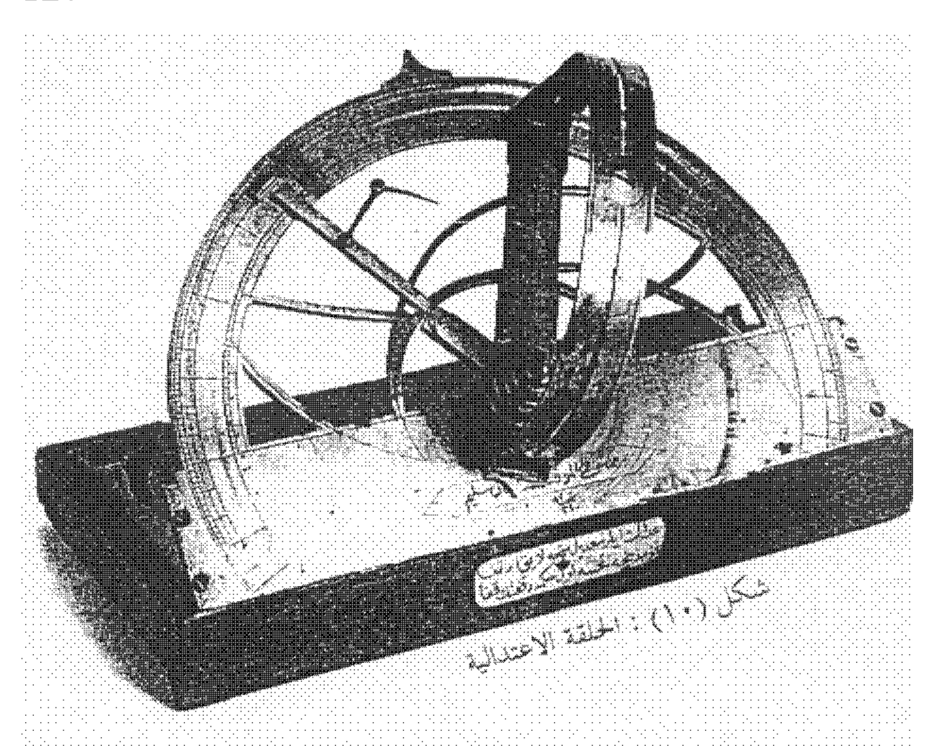
وهى حلقة (شكل (10)) تنصب على سطح دائرة معدل النهار (أي خط الاستواء) ليعلم بها التحول الاعتدالي (59)، أي رصد وقت الاعتدال الربيعي والخريفي. وفكرة هذه الحلقة تقوم على أن تنصب الحلقة مائلة على الأفق وتعمل مع خط الشمال والجنوب زاوية تساوى عرض المكان، ثم مراقبة ظل الحلقة كل يوم عند الظهيرة، فإذا وقع ظل النصف المواجه للشمس على باطن النصف الآخر البعيد عنها كان ذلك وقت الاعتدال (55).

3- ذات الأوتار:- Chords

وهى أربع اسطوانات مربعات تغنى عن الحلقة الاعتدالية على أنها يعلم بها تحويل الليل أيضا وكان أول من ابتكرها تقي الدين (59).



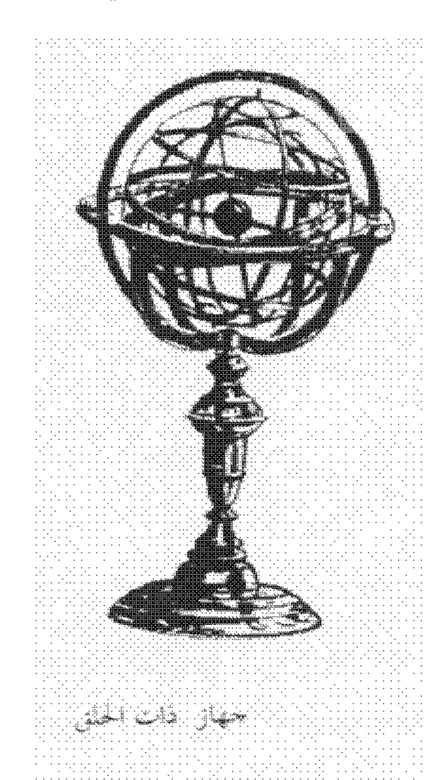
شكل (٩): الربع المجيب والربع المقنطر



دائرة المعدل وقد استخدمها علماء المسلمين في معرفة الوقت . وهذه الآلة صنعت في تركيا سنة ١٢٠٤ هجرية في عهد السلطان سليم الأول

4- ذات الحلق:- Armillary sphere

وهى أعظم الآلات هيئة ومدلولا. وهى مركبة من بضع حلقات متحدة المركز من نحاس، وكي يسهل تحريك كل حلقة على حدى، فقد اختلفت أحجامها حتى لا يحدث احتكاك يعوق الحركة. والحلقات الأساسية في هذه الآلة خمس، أولها دائرة نصف النهار (دائرة مستوى الزوال) وهى مركزة على الأرض. والثانية دائرة الأفق (دائرة خط العرض) والثالثة الدائرة الكسوفية (دائرة منطقة البروج) والرابعة خط الاستواء (معدل النهار) والأخيرة متعامدة مع الرابعة فتدريجاتها إذن تبين البعد عن دائرة خط الاستواء (55)، (أي دائرة قياس ميل الأجرام السماوية على خط الاستواء). وكذلك الدائرة الشمسية التي يعرف بها سمت الكواكب (59).


جهاز ذات الحلق

وباجتماع الدوائر الأصلية التي تنسب إليها مواضع الكواكب والنجوم في السماء في آلة واحدة أصبح في مقدور العلماء رصد المواقع في أي لحظة باستخدام مؤشر أو أكثر في هذه الحلقات. ويعتبر صنع هذه الآلة فتحا جديدا في علم الفلك، لما تمتاز به عن الآلات الأخرى المعروفة قبل ذلك. فمن ناحية لا تقتصر أرصادها على اتجاه معين مثل الشمال والجنوب فقط، بل شملت جميع الجهات. ومن ناحية أخرى نجد أن الآلات المستخدمة كانت ترصد الارتفاع عن الأفق والانحراف عن الشمال والجنوب، بينما هنا يمكننا رصد المواقع بالنسبة إلى دائرة خط الاستواء. ودائرة البروج بالإضافة إلى الأفق. وبالتالي فإن هذه الآلة وفرت الوقت بإعطائها الموقع منسوبا إلى أي دائرة بدلا من الحسابات المطولة لتحويله من الأفق إلى الدوائر الأخرى (55). وهذه الآلة طورها العرب بعد ذلك وصنع منها الإسطرلاب (61).

5-ذات الشعبتين:- The Triquetrum

وهى ثلاث مساطر على كرسي يعلم بها الارتفاع (59) واختلاف المنظر (61). وبها كان الجرم السماوي يشاهد فوق قائم يدور على قائم أخر على أن يقرأ ارتفاع الجرم السماوي على قائم ثالث يقفل المثلث (61).

6-ذات السمت والارتفاع:- Azimuth –Altitude Instrument

وهى نصف حلقة قطرها سطح من سطوح اسطوانة متوازية السطوح يعلم بها السمت والارتفاع، وهذه الآلة من مخترعات المسلمين (59).

7- ذات الجيب:- Instrument having the sine and versed sine

مسطرتان منتظمتان انتظام ذات الشعبتين (59). وهذه الآلة تستخدم لقياس السمت وجيب زاوية الارتفاع (38).

8-المشبه بالناطق: Almoshaba- Bil- natek

وهى ثلاث مساطر، اثنتان منتظمتان انتظام ذات الشعبتين، وهى كثيرة الفوائد في معرفة ما بين الكواكب من البعد، وهى من مخترعات تقي الدين (59).

9-ذات الثقبين:- Socket instrument

وهى آلة ذات ثقبين لقياس الأقطار المرئية والكسوفات (38).

10-مسطرة السنيدي:- Sonaidy Ruler

وهى مجموعة خاصة من الآلات التي لها طبيعة مساندة لعمل الآلات الكبيرة الحجم

11-الآلة الكاملة:- Total instrument

وهى مشابهة للآلة ذات الشعبتين، ولكنها ليست مثبته في دائرة نصف النهار ويمكن أن تدور حول محور عمودي. وهى من ابتكار العرضي (38).

12-السدس الفخري:- Fakhri Sextant

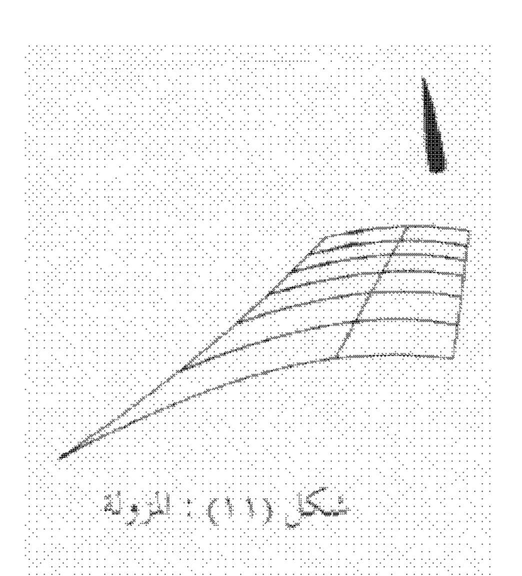
يقول إمام إبراهيم احمد : "وعلى رأس ألا لآت العربية المبتكرة تلك التي أقيمت على جبل طبرك بجوار بلدة الري بالعراق في أواخر القرن العاشر الميلادي، فقد أمر فخر الدولة العالم الفلكي أبا محمود حامد بن الخضر الخجندي (المتوفى عام 1000م) بعمل أرصاد دقيقة لتعيين وقت الانقلابين، فأقام فوق ذلك الجبل حائطين متوازيين في اتجاه الشمال والجنوب وبينهما مسافة سبعة أذرع "أي حوالي ثلاثة أمتار" وارتفاعهما يقرب من أربعين ذراعا (ستة عشر مترا) وعمل في وسط السقف فتحة مستديرة قطرها شبر واحد وبذلك تصل أشعة الشمس إلى الأرض بين الحائطين كل يوم عند الظهر وتتوسط المسافة بين الحائطين في لحظة الزوال تماما أي عند عبورها خط الشمال والجنوب حين تبلغ أقصى ارتفاعها في ذلك اليوم ولقياس زاوية الارتفاع لم يترك الأرض مستوية، بل هيأها على شكل جزء من محيط دائرة مركزها هو مركز الفتحة المستديرة في السقف، ثم فرش هذا الجزء المنحنى بألواح من الخشب وقسمه إلى درجات ثم قسم الدرجات إلى دقائق وأخيرا قسم كل دقيقة إلى ستة أجزاء، وقد ساعده على ذلك كبر المحيط فصار في إمكانه قراءة الارتفاع حتى سدس دقيقة ثم تقدير ما بين ذلك، ولما كانت صورة الفتحة التي ترسمها أشعة الشمس قريبة من قرص مستدير يحتاج الأمر إلى معرفة مركزه، فقد صنع لذلك حلقة في حجم القرص وفيها قطران متقاطعان يحددان مركزها، وبوضعها على صورة الفتحة يتعين المركز في الحال. ولما كان جزء المحيط المدرج المكسو بألواح الخشب هو سدس المحيط فقط، فقد أطلق على هذه الآلة اسم السدس الفخري نسبة إلى فخر الدولة" (55).وهذه الآلة قريبة الشبه بالمنظار الزوالي الحديث، الذي يرصد وقت عبور الأجرام السماوية خط الشمال والجنوب ففيه نجد فكرة الحائطين المتوازيين يظلهما سقف متحرك وبينهما منظار يتحرك في مستوى الزوال فقط ليرصد وقت العبور، كما نجد فكرة الحلقة ذات القطرين على هيئة خيطين رفيعين من خيوط العنكبوت مثبتين في عينية المنظار (55).

13-بالبربخ Sewer :-

وقد صنع العرب عددا آخر من ألا لآت استخدمت في حالات خاصة ومنها البربخ الذي كان الغرض الرئيسي منه رؤية الهلال أول الشهر العربي، ولو أنهم زودوا هذه الآلة بالعدسات Lenses لكانوا أول من اكتشف المنظار الفلكي ولعرفوا كثيرا من أسرار هذا الكون. ويتكون البربخ من أنبوبة أسطوانية مجوفة طولها خمسة أذرع وقطر فتحتها ذراع واحد، وقد طلى جوفها باللون الأسود لمنع انعكاسات الضوء داخلها تماما كما نفعل في أنبوبة المنظار الفلكي. والأنبوبة مركبة في قائم رأسي يمكن إدارته حول نفسه، أما مركز هذا القائم فهو مركز دائرة مخطوطة على الأرض ومقسمة بتدريج الزوايا لتحدد الزاوية الأفقية بين خط الشمال والجنوب وبين الجسم المراد رصده. أما الزاوية الرأسية أو زاوية الارتفاع فيعينها دائرة رأسية مدرجة ومثبت مركزها عند نقطة اتصال الأنبوبة بالقائم، وهكذا تتحرك الأنبوبة في مستوى رأسي ويحدد وضعها الدائرة الرأسية، كما تتحرك "هي والقائم" معا في المستوى الأفقي ويحدد ذلك الموضع للدائرة الأرضية. ولما كانت مواقع القمر في السماء معلومة عن طريق الحسابات، فقد كانوا يستخرجون الموقع وقت الرصد من الجداول "الزاوية الأفقية والزاوية الرأسية"، ثم ينصبون البربخ على هاتين الزاويتين وبذلك تشير الأنبوبة إلى القمر مباشرة فينظرون خلالها للتأكد من رؤية الهلال، ويساعدهم على ذلك سواد جوف الأنبوبة الذي يمنع ضوء النهار من أن يطغى على نور الهلال الخافت (55).

14-المزاول: Sundials

وهى من ألا لآت الفلكية التي عرفت في الأزمنة القديمة، بيد أنها نالت قسطا وافرا من التطوير على أيدي علماء الفلك من المسلمين الذين جعلوا منها آلات غاية في الدقة لقياس جميع ساعات النهار، وأنصافها وأرباعها، حتى الدقائق كان يمكن حسابها على لوحة المزولة (62). والمزاول تعتمد على حركة الشمس اليومية التي ترسم دائرة في السماء يقع جزء منها فوق الأفق ويقع الباقي تحته. ومعنى ذلك- إذا فرضنا انتظام سيرها- أنها



شكل (١١) : المزولة

وكانت توجد أنواع من المزاول منها ما هو ثابت ومنها ما هو متنقل، على سبيل المثال لا الحصر، من المزاول الثابتة واحدة من عمل الأمير بكتمر الساقي بمسجد السلطان الناصر محمد بن قلاوون بقلعة الجبل، وأخرى

مزولة متقنـــة ** نظيرها لا يوجد
راسمها حاسبهـا ** هذا الوزير الأمجد
تاريخها أتقنها ** وزير مصر أحمد (63)

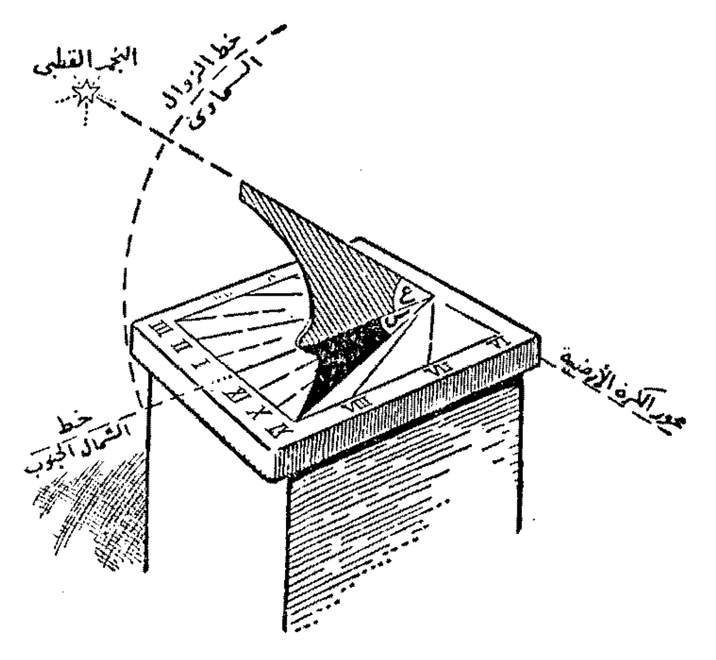
ويفهم من المؤرخ عبد الرحمن الجبرتي أن الوزير أحمد هذا كان قد احترف صناعة المزاول على يد والده الشيخ حسن الجبرتي حتى أتقنها" ورسم على اسمه عدة منحرفات على ألواح كبيرة من الرخام صناعة، وحفرا بالأزميل، كتابة ورسما (64). ومن المزاول المتنقلة ما كان يحمل باليد وما كان يوضع في الجيب، ويحتفظ قسم الميداليات المكتبة الوطنية في باريس بواحدة صغيرة منها صنعت من النحاس على يد أبى الفرج عيسى في سنة 554هـ/ 1159م، برسم أتابك حلب نور الدين محمود بن زنكي لمعرفة الساعات وأوقات الصلاة (65).

15-القبلة نامة:- Al kebla nama

وكانت تتخذ من الخشب أو المعدن، وتستخدم كما يفهم من اسمها في تحديد اتجاه القبلة، وهى إما مستطيلة الشكل أو دائرية، نقش على وجهها الجهات الأصلية الأربعة بالإضافة إلى العديد من أسماء المدن الإسلامية في الجزيرة العربية والعراق وفارس وغيرها، صنعت على خطوط ودرجات متعددة. ويتوسط مركزها إبرة نحاسية تستخدم في تحديد اتجاه مكة عندما تضبط الآلة في المكان المطلوب (66).وقد تضم أيضا بوصلة ذات إبرة نحاسية، تستخدم كمزولة شمسية (67). أما الظهر فكان يقسم عادة إلى عدة أقسام تمثل المدن المشار إليها على وجه الآلة بدرجات متعددة.

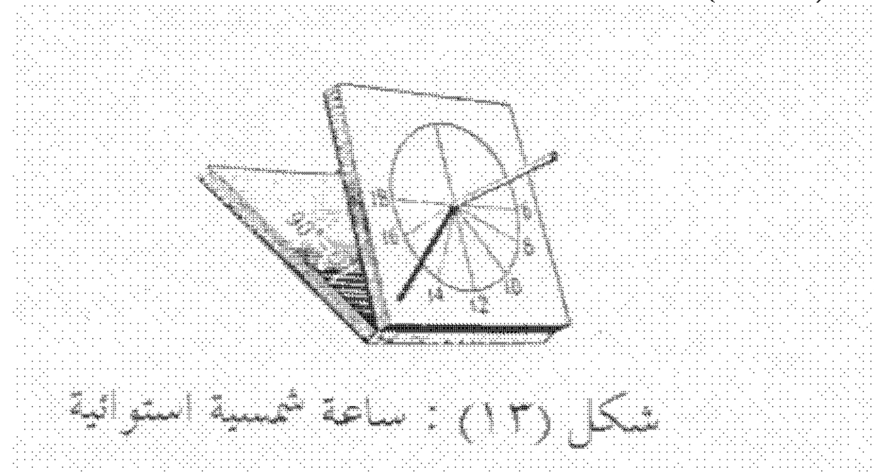
16-الساعات:- Astronomical clock

كان لتعيين الوقت أهمية خاصة عند العرب بعد انتشار الإسلام وحاجتهم إلى وسائل سهلة سريعة لمعرفة أوقات الصلاة دون الاعتماد على الأرصاد الفلكية وما يعقبها من حسابات مطولة، وقد اعتمدوا في ذلك على



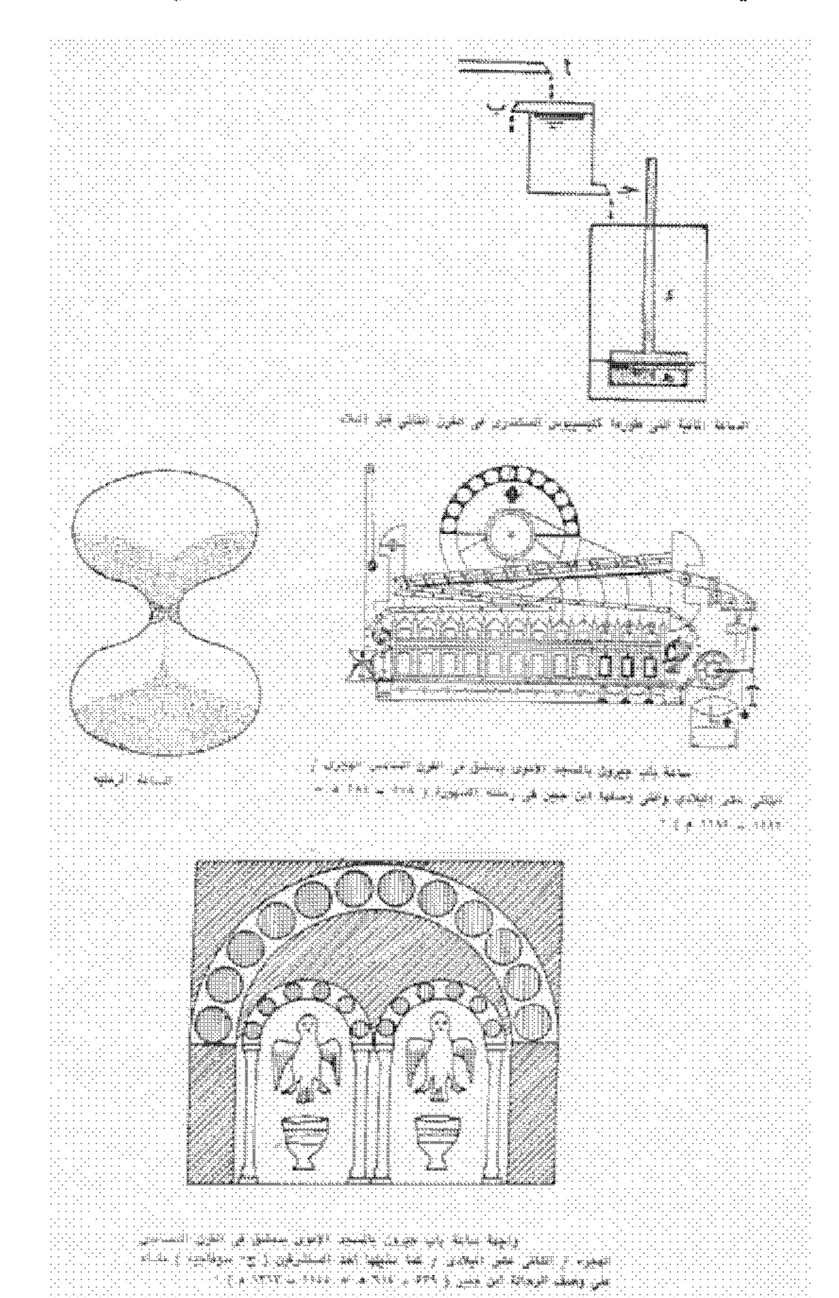
شكل (١٢) : الساعة الشمسية عند العرب

فكان أن وجدوا الساعات الشمسية الدقاقة التي كانت تعلن ساعة الغداء بصوت رنان، والساعات المائية التي كانت تقذف كل ساعة كرة في قدح معدني وتدور حول محور تظهر فيه النجوم ورسومات من عالم الحيوان، أو ساعات تحمل فتحات منسقة الواحدة تلو الأخرى في شكل نصف دائري، وما تلبث أن تبرق كلما جاوزت الساعة الثانية عشرة ليلا في حين يمر فوقها هلال وضاء، وفي عام 807م قدم عبد الله رسول هارون الرشيد إلى القيصر شارلمان ساعة من هذا النمط، وقد علق مؤرخ القيصر: "إينارد" على هذا الحدث في يومياته قائلا: "كانت ساعة من النحاس الأصفر مصنوعة بمهارة فنية مدهشة ، وكانت تقيس مدة اثنتي عشرة ساعة، وفي حين إتمامها لذلك، كانت تسقط إلى أسفل اثنتي عشرة كرة صغيرة محدثة لدى اصطدامها برقاص معدني مثبت دويا إيقاعيا جميلا بالإضافة إلى عدد مماثل من الأفراس الصغيرة التي كلما دارت الساعة دورتها الكاملة قفزت من فتحة اثنتي عشرة بوابة وأغلقتها بقفزاتها هذه، وهناك أشياء أخرى كثيرة تسترعى الانتباه في هذه الساعة تدعو إلى العجب والدهشة وليس ثمة مجال لعدها إذ أن ذلك قد يقودنا إلى تفاصيل كثيرة (22، 35).



شكل (١٣) : ساعة شمسية استوائية

وذكر ايدين صايبلي في كتابه "المراصد الفكية"، أنه وجد ساعة ميكانيكية ذات مسمار على عجلات مسننة في مرصد اسطنبول. ويتحدث أيضا عن إقامة ساعة شمسية على حائط قصر أولغ بك كان موضعها منحرفا عن



شكل (١٤) : أنواع مختلفة من الساعات

أخرى منقسمة نصفين، فيها تخاريم وتجاويف لدوائر البروج وغيرها، مستديرة كالتي تحتها، مصقولة مصبوغة بلون أخضر وهي تغني عن كل آلة في فن التوقيت والهيئة مع سهولتها، تكون الأشياء فيها محسوسة، والدوائر المتوهمة مشاهدة وتصلح لسائر البلاد على اختلاف عروضها وأطوالها.

17-الإسطرلاب: Astrolabe

هو كلمة يونانية (الإسطرلابون) ، حيث أسطر تعني النجم، والابون تعني المرآة، ومن ذلك دُعي علم النجوم (الفلك) Astronomy (70). والإسطرلاب صورة مصغرة لقبة السماء لذلك كان طبيعيا أن يكون في أول أمره كرة Spherical Astrolabe ترسم عليها الخطوط (دوائر) الرئيسية لهذه القبة، ثم يعين عليها مواقع النجوم، ولكن هذا الشكل يحتاج إلى مهارة في الصناعة ثم هو إلى ذلك صعب النقل لا يسهل حمله من مكان لآخر. ولذلك عدل عنه إلا فيما ندر إلى نوع آخر هو النوع المستوى Planispherical Astrolabe (شكل 15) (71).

ويتكون الإسطرلاب من: الأم umm ، والمحور والصفائح Plates والشبكة Shabaka أو العنكبوت Ankabut والعضادة Idadah والفرس Horse وأحيانا قطعة صغيرة تسمى الفلس.

ولما كانت دوائر الميل الزاوي، هو البعد الزاوي لجرم سماوي شمالا أو جنوبا من خط الاستواء السماوي وإحداثيات السمت، (المقنطرة والرأسية)، ترسم على صفحة الإسطرلاب بينهما تظهر مجموعات النجوم الصغيرة على الشبكة، فإن المرء يحتاج إلى صفائح يصل عددها إلى عدد خطوط العرض التي يراد استخدام الإسطرلاب من أجلها، مما يجعل الإسطرلاب ثقيلا جدا برغم صغر حجمه، ومن أجل ذلك ابتكر العالم الأندلس على بن خلف، فلكي المأمون بن زنون ملك طليطلة في القرن الخامس الهجري "الصفيحة



شكل (١٥) : الاسطرلاب

الشاملة، وهى المسقط المجسم للكرة على سطح متعامد على دائرة البروج والذي يقطعها وفقا لخط الانقلاب الشمسي الصيفي أو الشتوي الخاص في مدار السرطان أو الجدي، وبعد ذلك بقليل تمكن عالم أندلسي آخر وهو الزرقالي (حوالي 477هـ) من ابتكار إسطرلاب من نوع جديد عرف باسم "الصفيحة الزرقالية" (72)، واستطاع بذلك أن يحول الإسطرلاب من إسطرلاب خاص إلى إسطرلاب عام باستبداله المسقط القطبي الاستغرافي بالمسقط الأفقي الاستغرافي، وبمقتضى ذلك التحويل يكون موضع عين الراصد في نقطتين من نقط الأفق إحداهما شرقية والأخرى غربية، أي في نقطتي الاعتدال ين، ويكون مستوى المسقط هو بعينه مستوى الدائرة الكبرى المارة بنقطتي الانقلابين ويكون مسقطا نصفي الكرة السماوية متطابقين تمام التطابق بحيث يكفي للدلالة عليهما بعلامة واحدة (73). وبالتالي أمكن بواسطته رسم المسقطين المجسمين لدائرة خط الاستواء ودائرة البروج على نفس السطح. وبعد بضعة قرون ابتكر نصر الدين الطوسي (610هـ) الإسطرلاب الخطي المسمى "بعصا الطوسي" (72)، وهو يشبه بهيئة مسطرة الحساب، حيث مسقط الإسطرلاب العادي للكرة المسطحة يقع فيه على خط من خطوط سطحه المستوى بنفسه، فهذه الأداة تمثل إذن خط تقاطع سطح لهاجرة من سطح مسقط إسطرلاب الكرة المسطحة وتشير النقط المعلمة على العصا إلى الصعودات المستقيمة والمائلة، كما تشير إلى أقسام الدائرة الكسوفية والمقنطرات ، وفي الإسطرلاب خيوط مربوطة بالعصا وهى تصلح لقياس الزوايا (59).

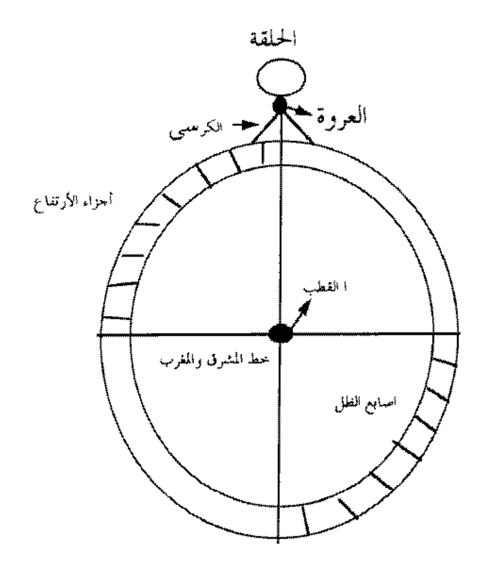
ولقد أورد ابن الشاطر في رسالة "الإسطرلاب" بعض استخدامات الإسطرلاب :

فمنها معرفة أوقات الصلاة وتحديد اتجاه القبلة وفي شئون المساحة، مثل تعيين المواقع واستخراج الارتفاعات وتقدير عرض الأنهار وعمق الآبار (74). وقد استعمله البيروني في إيجاد محيط الأرض (71).

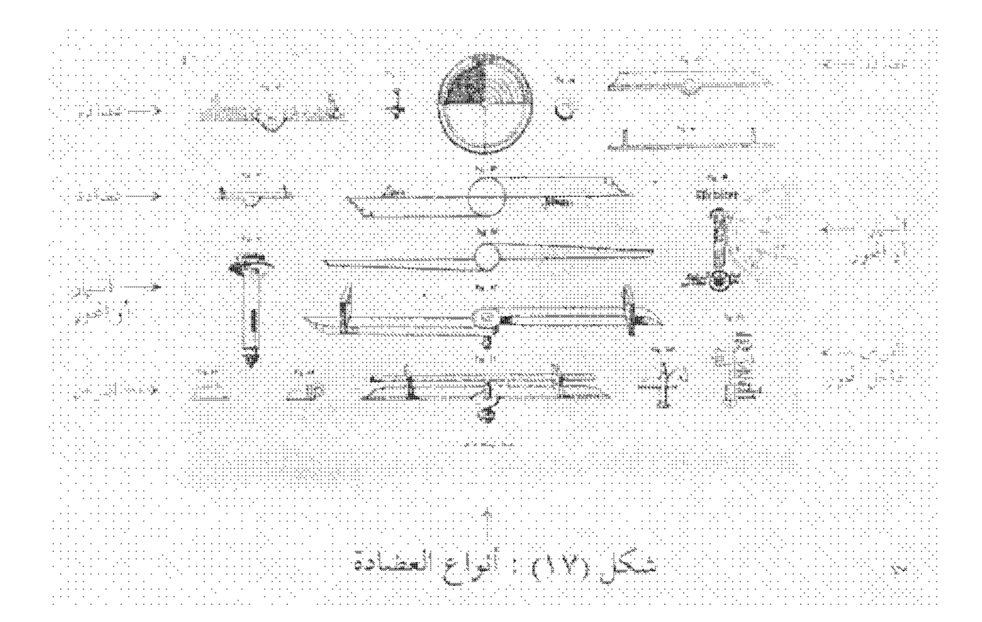
وتدور فكرة عمل الإسطرلاب على أنه قرص من المعدن أو الخشب يعلق بحلقة وفي المركز مؤشر يمكن إدارته نحو الجسم المرئي ويقسم هذا القرص إلى درجات تعين زاوية ارتفاع الجسم المرئي في أية لحظة، وكثيرا ما ترسم صورة بروج السماء على وجه الجهاز. ولكي

ولكي نفهم كيفية تركيب وعمل الإسطرلاب نذكر ما جاء في كتاب التفهيم لصناعة التنجيم للبيروني ومحاضرة الإسطرلاب عند العرب لأحمد مختار صبري الذي نشرتها كلية الهندسة جامعة القاهرة عام 1947 والكتاب الثاني كتاب "رياض المختار، مرآة الميقات والأدوار" للغازي أحمد باشا مختار وقد نقله من التركية إلى العربية، شفيق بك منصور يكن وهو مطبوع بالمطبعة الأميرية سنة 1306 هـ. يتألف الإسطرلاب المستوى من الأجزاء الآتية: الأم والمحور والصفائح والشبكة أو العنكبوت. والعضادة والفرس وأحيانا قطعة صغيرة تسمى الفلس.

أما الأم فهي أكبر صفائح الإسطرلاب التي تجمع عليها الصفائح الأخرى وحافتها من الخارج هي الحجرة Hugrah . وهى حلقه متوازية السطوح، وعريضة نوعا، تحيط بجميع الصفائح بما فيها الشبكة، وسمكها يساوى سمك هذه الألواح مجتمعه، وهى تسمى أحيانا الطوق، ومنها يبرز الكرسي Kursi الذي فيه العروة Urwah التي يعلق منها الإسطرلاب (شكل 16). أما المحور (شكل17) فهو المسمار الأسطواني المار في وسط الحجرة، المنتظم لجميع الصفائح بما فيها الشبكة ثم العضادة.



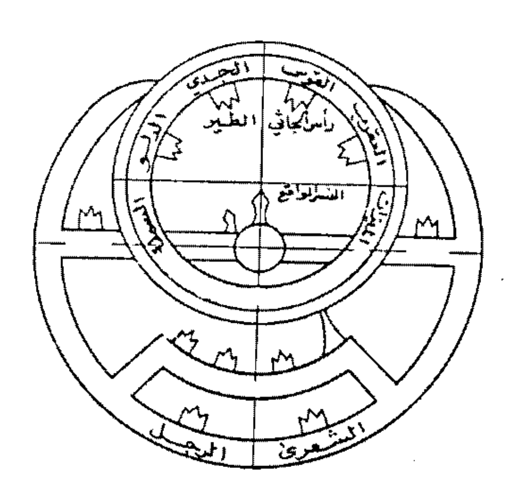
شكل (١٦) : أم الإسطرلاب



شكل (١٧) : أنواع العضادة

أمـا الـصفائح فهـي الأجـزاء الأساسـية مـن الإسـطرلاب، وكلهـا مستديرة متساوية تماما، رقيقه السمك، يبلغ عددها من خمس إلى عشر في الإسطرلاب الواحد. وهى مثقوبة عند مركزها بمـا يـساوى قطـر المحـور، فتنظم عليـه، ومـن فوقهـا الـشبكة وأحيانـا العـضادة. وقد سمى العرب هذه الثقوب المركزية، المحن. وتجعل على محيط كل صفيحة خارجه صغيرة تبيت في تجويف مصنوع لها في الحجرة فتمنـع الـصفيحة مـن الـدوران إذا دارت فوقها الشبكة أو العضادة.

أما الشبكة أو العنكبوت (شكل 18) فهي صفيحة توضع فوق سائر الصفائح الأخرى وتدور فوقها، ولذلك صنعت مفرغه إلا قليلا من سطحها فلا يبقى منها إلا محيطها،

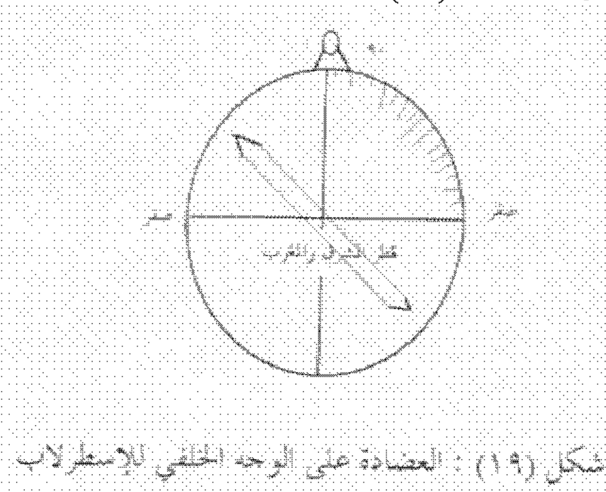


شكل (١٨) : الشبكة (القرص المتحرك من الإسطرلاب)

ودائـرة أخـرى لهـا مركـز غيـر مركزهـا. ثـم بعـض خـوارج حـادة، وعنـد محيطهـا خارجـه صـغيرة تـصلح كمؤشـر لمعرفـة مقـدار دورانهـا، تـسمى المري. والـشبكة هـي بـسط لقبـه الـسماء علـى دائـرة الاعتـدال، مبـين عليهـا فقط مـدار الـشمس الـسنوي أو دائـرة البـروج، ثـم عـدد مـن النجـوم الـشهيرة يختلـف بـين العـشرين والأربعـين وترسـم دائـرة البـروج مائلـة علـى خـط الاسـتواء بمقـدار 23.5 درجـه تقريبـا. ويقسم محيطهـا إلـى 12 قسمـا غيـر

السماك الرامح Areturus ، والسماك الأعزل Spien ، والنسر الواقع Vega ، والنسر الطائر Altair ، والشعرى اليمانية Sirius ، والشعرى الشامية Procyen، ومنكب الجوزاء Betelgeuse، ورجلها Rigel .

أما العضادة فهي شظية مستطيلة متوازية السطوح تدور حول محور الإسطرلاب شكل (19)،



شكل (١٩) : العضادة على الوجه الخلفي للإسطرلاب

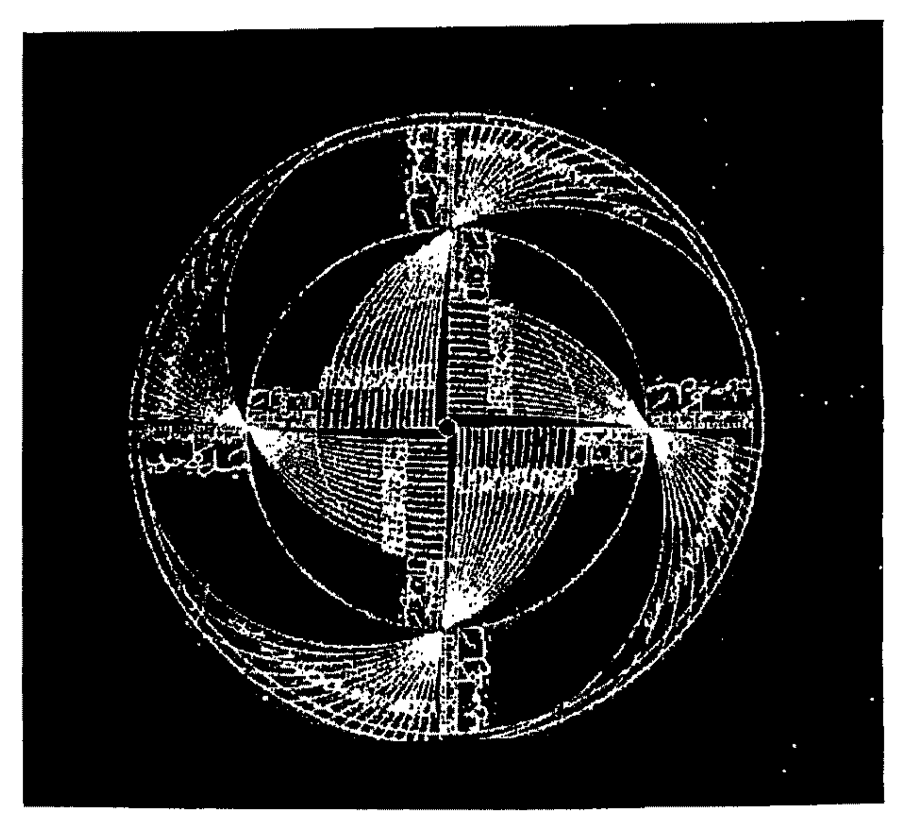
والحرف الأسفل من هذه الشظية يسمى خط الترتيب، وهو يمر بالمركز. وعلى السطح الأعلى من العضادة بالقرب من طرفيها، صفيحتان متوازيتان قائمتان تسمى كل منهما هدفه أو لبنه وفي كل واحدة ثقب يدخل عليه شعاع الشمس أو النجم أو الجسم المشرق الذي يرصد بالإسطرلاب. ويقع مركز الثقبين بالضبط فوق خط الترتيب. وتستعمل العضادة غالبا على ظهر الإسطرلاب، ولكنها أحيانا تستعمل على وجهه.

أما الفرس فهي قطعه مخروطة كأنها مسمار براس عريض تنفذ من ثقب في المحور فتضم الصفائح بعضها إلى بعض وبقدر إحكام صنعة

والرسوم التي على سطح الإسطرلاب هي:

الحجرة تقسم إلى 360 درجة من اليسار ألي اليمين ابتداء من الخط الرأسي والإسطرلاب معلق من حلقته. وتوضع على نقط التقسيم الحروف الابجديه خمس درجات فخمس درجات هكذا: (هـ.ى.يـه.. إلى شس 360 درجة)

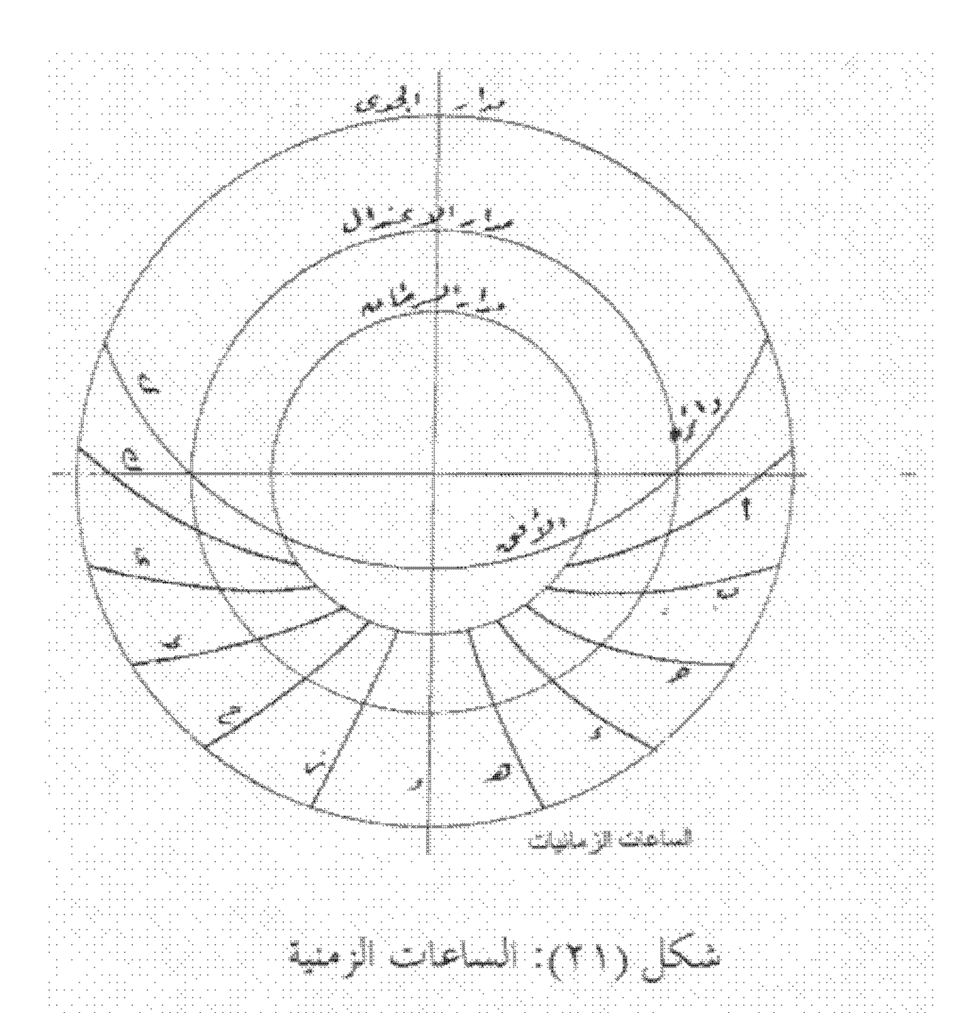
رسوم الصفائح فهي مساقط قبة السماء وخطوطها على دائرة الاعتدال. فالدوائر اليومية أو المدارات لايبسط منها إلا أهمها وهى مدار السرطان ثم دائرة الاستواء ثم مدار الجدي. أما السطوح السويعيه أو الساعات فان مساقطها جيمعا تكون خطوطا مستقيمة تمر بالقطب وفي بعض الإسطرلابات يرسم تحت الأفق قوسان، إحدهما على بعد 18 درجة من الأفق الغربي لوقت العشاء والآخر على بعد 19 درجة من الأفق الشرقي لوقت الفجر.ورسم كل من المقنطرات ودوائر السموت تجعل الإسطرلاب صالحا للعمل في مكان واحد فقط، إذ أنها تختلف باختلاف مكان الراصد على سطح الأرض. ولذلك إذا أريد استعمال الإسطرلاب في عدة بلاد، يرسم لكل منها وجه خاص من إحدى الصفائح فتصلح بذلك كل صفيحه لبلدين، وفي بعض الإسطرلابات يبلغ عدد الصفائح عشرا. ولكن زيادة عدد الصفائح تزيد في حجم الإسطرلاب وثقله ولذلك قد أضيفت في بعض الإسطرلابات صفيحة تسمى الصفيحة الأفقية (شكل 20)



شكل (٢٠) : الصفيحة الأفقية

يمكن بها استعمال الآلة في عده جهات. ولا ترسم على هذه الصفيحة المقنطرات أو السموت، بل يكتفي برسم المدارات الثلاثة والقطرين المتعامدين. ثم يرسم على ربع من أرباع الصفيحة نصف دائرة الأفق فقط لعرض معين. ثم في الربع الثاني، نصف دائرة الأفق للعرض الذي يليه بدرجه واحدة، وهكذا فيكون الفرق بين كل أفقين في الربع الواحد أربع درجات. والعادة أن يكتفي بسبعه أقواس في كل ربع، فكأن الصفيحة تصلح للعمل بها في 28 من درجات العرض.

أما الخطوط المرسومة تحت الأفق من صفائح الإسطرلاب فتسمى خطوط الساعات (شكل:21) وهى ليست طبعا مساقط الدوائر السويعيه،

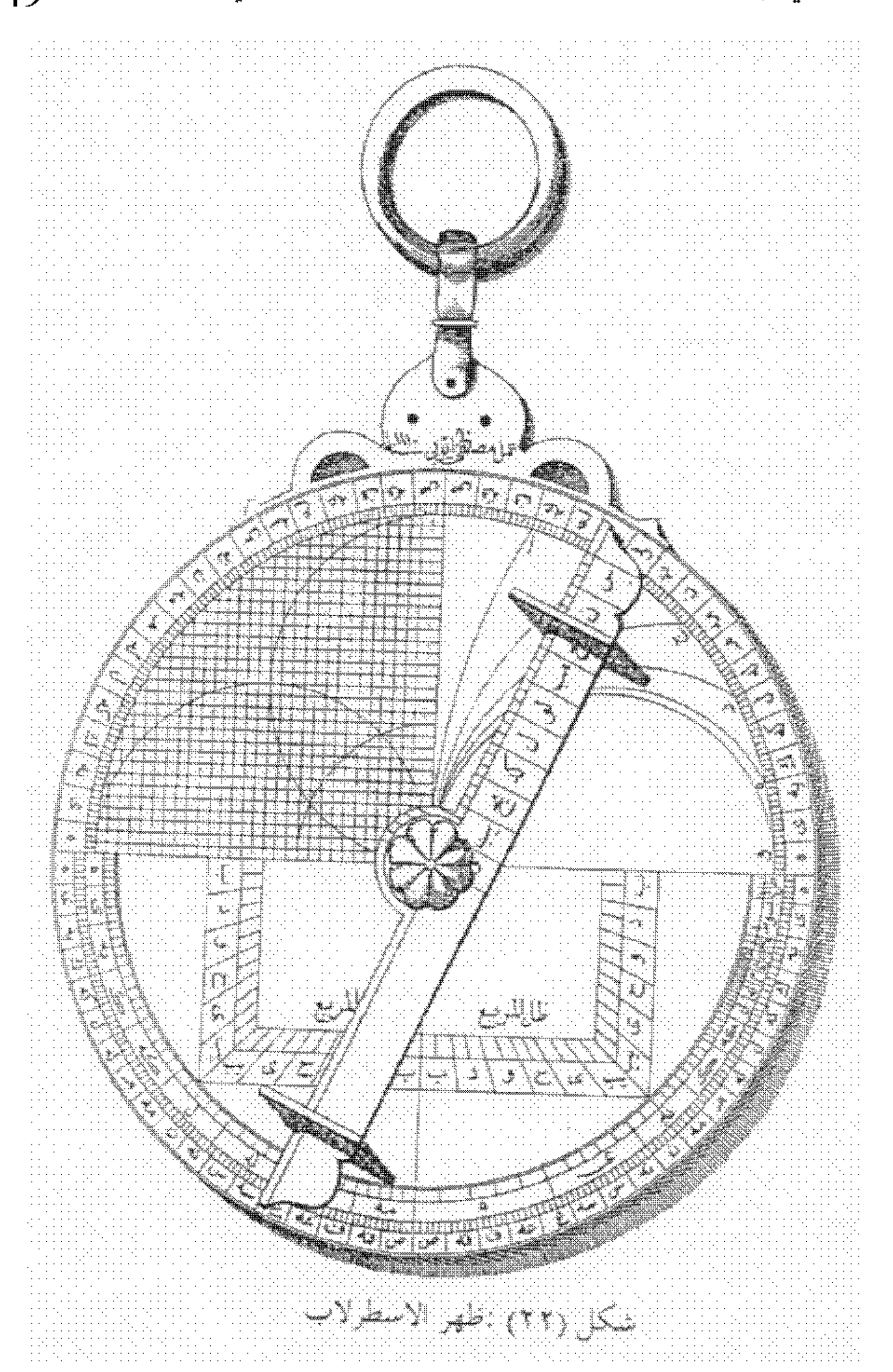


شكل (٢١): الساعات الزمنية

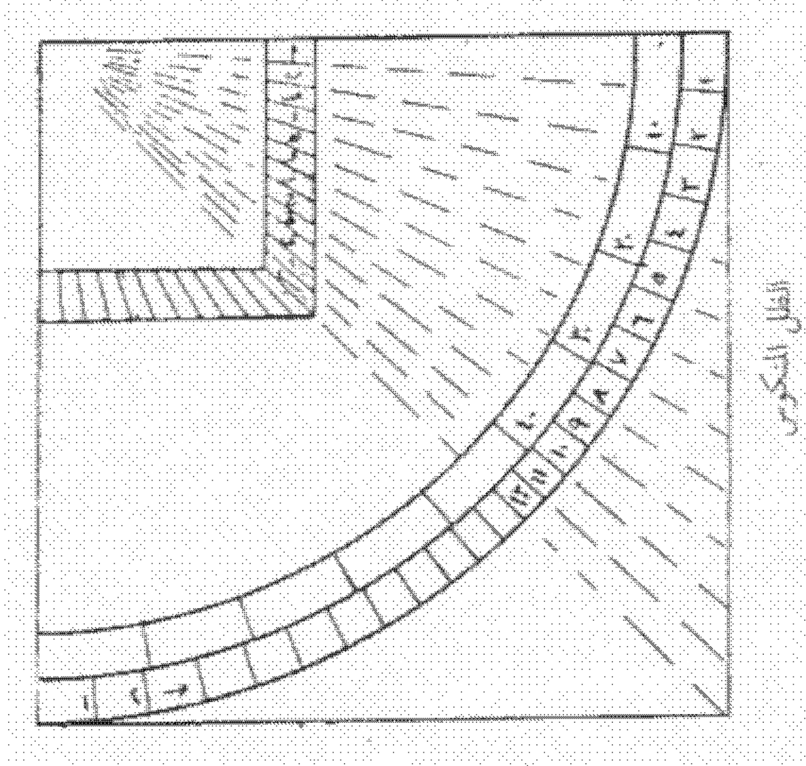
فهي تختلف عادة بين الليل والنهار في اليوم الواحد، وتختلف كذلك من يوم ليوم. وترسم هذه الخطوط بأن تقسم أقواس المدارات الثلاثة التي تحت الأفق، كل منها إلى 12 قسما متساوية، ويرسم الخط الذي يصل كل ثلاثة فقط تدل على ساعة واحدة، فتكون أقواس توضع عليها أرقام الساعات بالحروف الأبجدية.

وفي بعض الآلات يرسم بين خطوط. الساعات الزمانية خطان أحدهما للعصر الأول ، وهو الوقت الذي يكون فيه ظل كل شيء مثله مضافا إليه ظل ذلك الشيء وقت الزوال، ويسميه العرب ظل الفيء. وثانيهما للعصر الثاني وهو الوقت الذي يبلغ فيه ظل كل شيء مثليه مضافاً إلى ظل الفيء.

أما ظهر الإسطرلاب (شكل 22) فعليه عدة خطوط، أولها القطران اللذان يتقاطعان عند مركزه، أحدهما يمر بنقطة التعليق والأخر قائم عليه. فيقسم هذان القطران ظهر الإسطرلاب إلى أرباع متساوية كل ربع مقسم إلى 90 درجة ابتداء من خط المشرق والمغرب. وتكتب على أحد الربعين اللذين تحت هذا الخط مقادير الظل والظل التام لزواياه من درجه إلى 45 درجة باعتبار أن نصف قطره يساوى 12 جزءا. وقد يرسم داخل هذا المربع، مربع الظلين وقد أسماهما العرب الظل المنكوس والظل المبسوط (شكل 23). ويقسم ضلعان من أضلاع المربع كل إلى 12 قسما، سميت أصابع ويكتب عدد الأصابع على الضلع ابتداء من القطر. ولا تترك الأرباع الباقية خاليه، فقد ترسم إحداها ميول الشمس من خط الاستواء إلى أحد المدارين، أي من صفر إلى 23.5 درجة تقريبا. ويرسم أخر بحيث يمكن به معرفة وقت دخول العصر في أي مكان، وذلك بتعيين درجه انخفاض الشمس عن ارتفاعها في وقت الزوال. وترسم في الربع الباقي جيوب الزوايا ولذلك يسمى بالربع المجيب. وقد يرسم على ظهر بعض الإسطرلابات دائرة ينقسم محيطها إلى 12 قسما تبين بروج السماء، ويقسم قوس كل برج إلى 30 درجه. ثم يرسم داخل هذه الدائرة، دائرة أخرى تكتب على محيطها أسماء الشهور الشمسية، وبذلك يمكن معرفة الدرجة التي تكون عليها الشمس في دائرة البروج في إي يوم من أيام ألسنه.



شكل (٢٢) :ظهر الاسطرلاب



شكل (٢٣) :مربع الظلين

ولقد مجد العرب الإسطرلاب، ينقل لنا قدري حافظ طوقان في كتابه "تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك" أبياتا من قصيدة قالها العالم الفلكي ابن زهرون الحزانى في يوم مهرجان مع الإسطرلاب:

أهدى إليك بنو الآمال واحتفلوا ** في مهرجان جديد أنت مبليه

لكن عبدك إبراهيم حين رأى ** علو قدرك عن شيء يدانيه

لم يرض بالأرض مهداه إليك فقد ** أهـدى لـك الفلـك العالي بما فيه

وأيضا ذكر موفق الدين بن أبى أصيبعة في كتابه "عيون البناء في طبقات الأطباء" بيتين عن الإسطرلاب قالهما العالم الفلكي الأندلسي أمية بن أبى الصلت:

تحمله وهو حامل فلكا لو لم يدر بالبنان لم يـدر
مسكنه الأرض وهو نبئنا عن جل ما في السماء من خبر

فيما يلي نذكر تلك القصيدة التي قالها علاء الدين المنصور، الشاعر التركي، في الآلات الفلكية التي استخدمت في مرصد اسطنبول والأعمال التي تحققت بها (38):

"وأرباب الفطنة اكتشفوا بفضل المحلقة
مواقع النجوم في العرض والطول
وعن طريق ربعيه الجدار أمكن التثبت من انحراف الشمس
وأمكن أيضا تحديد مسافات أخرى من خط الاستواء
وبفضل الآلة الخاصة بقياس السمت والارتفاعات تم
رصد زوايا الارتفاع بواسطة فلكيين يعملون معا
فالجوانب الدقيقة والمعقدة لحركات عطارد والزهرة
وهى التي تنجم عن دورة البروج الأزلية
وكذلك زوايا الارتفاع ومسافات سمت الرأس
تم امتحانها والتأكد منها بواسطة الرباعية ذات المسطرة
وكذلك أجروا قياسات
بواسطة مسطرة اختلاف المنظر وذات الثقبتين
فعن طريق الأولى أمكن تحديد كل زوايا الارتفاع
وكذلك الحال بالنسبة لاختلاف منظر القمر
وأما الأخيرة فإنه بفضل هذه الآلة
أمكن قياس الأجرام السماوية وأبعادها وذلك على نحو منسق
ولم تكن الآلة ذات الأوتار مهملة أيضا
إذ بفضلها تم تحديد نقطتي الاعتدالين على نحو صحيح

وإلـى جانـب ذلـك فبفضل المشبهة وبفضل الأرصـاد التـي تمت بعناية
أمكن معرفة نصف قطر فلك التدوير لكوكب
الزهرة في السماء الثالثة، وذلك على نحو عظيم من الدقة
وبفضل القياسات الدقيقة والتصحيحات التي تمت بواسطة الساعة
أمكن تحديد طلوع النجوم
وعن طريق المسطرة الثابتة التـي تم اختيارها بشكل مخصوص، تلك المسطرة
التـي أطلـق عليهـا الفلكيـون اسم "سنيدي" أصبحت كـل الرمـوز والعلامات للآلات الفلكية متناهية في الدقة"

وأخيرا نذكر ما روته المستشرقة الألمانية زيغريد هونكة عن مشاهدة آلة فلكية عجيبة وغريبة، فإن صح وجودها فعلا بهذا الوصف، فهي مفخرة حضارية، تقول: في مرصد سامراء كانت آلة ذات شكل دائري تحمل صور النجوم ورموز الحيوانات في وسطها تديرها قوة مائية، وكان كلما غاب نجم في السماء اختفت صورته في اللحظة ذاتها في الآلة وإذا ما ظهر نجم في قبة السماء ظهرت صورته في الخط الأفقي من الآلة (75).

المدخل السابع: مآثر العرب والمسلمين في علم الفلك:

يخطئ من يقول أن المسلمين اكتفوا بالاقتباس عن اليونان أو الحضارات الأخرى تراث حضاراتهم وحمله كما هو إلى الغرب، وأرى أن تتلمذهم على حضارات سابقة لا يحط من كرامتهم بل يعلي شأن حضارتهم، فبذلك كتب لهم أن يتفوقوا على الأوربيين بمراحل ويسبقوهم بأجيال. والعرب أنفسهم يدعون حفظهم الأمين لآراء القدماء مما لا يعني أنهم لم يكملوها في جهات عدة، ففي القرن الخامس للهجرة يوضح أحد كبار العلماء المسلمين وهو أبو الريحان البيروني أول شروط الأبحاث العلمية، فيعد منها المداومة على العلم منذ الحداثة، وتلقن اللغات وطول العمر، ووفرة المال للقيام بالرحلات العلمية وشراء الكتب والأدوات

هذا وفضل المسلمين على تاريخ الفكر البشرى أنهم حفظوا ذلك التراث الثقافي ونشروه في الأقطار، إنما هذا نصف الحقيقة فقط ونصفها الآخر هو ابتكاراتهم في شتى العلوم. حيث من البديهي أن كل عصر يتناول معرفة الأسلاف وعلومهم ولكن تلك العلوم والمعرفة إذا ما وقعت في أيدي مبتكرة خلاقة فإنها تصنع منه شيئا جديدا حسب ظروفها. فالحضارة المصرية والبابلية والإغريقية كلها حضارات عقلية، ولكن لكل منها طابعها المعين وشخصيتها المميزة تماما كما للحضارة العربية التي طورت ما أخذته من مادة خام عن الإغريق وشكلته تشكيلا جديدا (17). وقد عززت هذه الابتكارات عوامل تاريخية لابد من ذكر بعضها: أولا: نشوء الإمارات العديدة بعد أن تفككت عرى وحدة الخلافة العباسية، فراح الأمراء يتفاخرون بتزيين عواصمهم بحلية الحياة الفكرية، أي لم تعد بغداد وحدها مركز الإنتاج العلمي التي بنى فيها المأمون أكاديمية كما ذكرنا سالفا، بل ازدهرت إلى جانبها مراكز أخرى كغرناطة وسمرقند ومروطوس ونيسابور والري وأصفهان وشيراز والموصل ودمشق والقدس والقاهرة والقيروان وفلس ومراكش وطليطلة وأشبيلية وقرطبة (12).

أما العامل الثاني: فهو فريضة الحج، التي يغفل عنها المسلمون اليوم، إذ أن تلاقى العلماء أثنائه قد وطد التعارف بينهم وجمعهم من مختلف الأنحاء وعزز الرباط بينهم بتجدد أداء هذه الفريضة، وكانت تقام أثناء الحج المحاورات العلمية وتنقل المخطوطات ويدرس العلماء على أيدي غيرهم ويؤلفون مصنفاتهم فانتشر بذلك العلم بسرعة في أنحاء العالم الإسلامي وكثر الاهتمام به (12).

هنا نرجع ونقول أن العناية الكبرى التي أولاها العرب للتراث القديم لم تمنعهم من إخصابه بمعارفهم الجديدة والتفوق عليه، فعندما نقل العرب عن الهنود واليونانيين علمهم الفلكي بعد ترجمة السند هند والمجسطي وقفوا على أصول النظريات العليمة فيها، ولم يقفوا من هذه النظريات موقف المتلقي الإيجابي، بل كانوا يحفظون لأنفسهم موقف المتلقي السلبي الذي يطالع ويحلل وينقد ويكتشف مواضع الأخطاء والغموض والتناقضات واللاإشتقاق الصحيح، ويضيف ويبتكر وينظر بخبرة علمية جديدة قوامها التواصل العلمي المبني على النقد بغرض إظهار الحقيقة وكشف الجوانب الفكرية وأبعادها في غير تحيز أو تعصب لفكر أو رأى أو فرد (78). تلك هي الكلمات التي عرفها الغرب بعدهم بثمانية قرون طوال، وعلى هذا الأساس العلمي سار علماء العرب في العلوم الفلكية شوطا كبيرا، أثر فيما بعد بطريق غير مباشر على علماء الغرب (17).ولعل أبلغ برهان على هذه الصفات ما نراه من العناوين التي كانت تسعى إلى نقد أرسطو وبطليموس. وأيضا مثال على ذلك قول البتاني: "أنى لما أطلت النظر في هذا العلم، وأدمنت الفكر فيه ووقفت على اختلاف الكتب الموضوعة لحركات النجوم، وما تهيأ على بعض واضعيها من الخلل فيما أصلوه فيها من الأعمال، وما ابتنوها عليه، وما اجتمع أيضا في حركات النجوم على طول الزمان، لما قيست أرصادها إلى الأرصاد القديمة أجريت تصحيح ذلك، وإحكامه على مذهب بطليموس في الكتاب المعروف بالمجسطي بعد إنعام النظر وطول الفكر والروية متقفيا أثره متتبعا ما رسمه، إذ كان قد تقصى ذلك من وجوهه ودل على العلل والأسباب العارضة فيه كالبرهان الهندسي العددي الذي لا تدفع صحته ولا يشك في حقيقة ....، ووضعت فيها كتابا أوضحت فيه ما استعجم وفتحت فيه ما استغلق وبينت ما أشكل من أصول هذا العلم وشذ من فروعه وسهلت به سبيل الهداية لمن يأتر به ويعمل عليه في صناعة النجوم وصححت فيه حركات الكواكب ومواضعها عن منطقة فلك البروج على نحوما وجدتها بالرصد وحساب الكسوفين وسائر ما يحتاج إليه من الأعمال.... " (48). ويقول أيضا البيروني في مقدمته للقانون المسعودى: "إنما فعلت ما هو واجب على كل إنسان أن يعمله في صناعته من تقليل

ويقول ابن الهيثم في كتابه الشكوك على بطليموس: "ولما نظرنا في كتب الرجل المشهور بالفضيلة، والمتفنن في المعاني الرياضية، المشار إليه في العلوم الحقيقية، أعنى بطليموس القلوذي وجدنا فيها علوما كثيرة ومعاني غزيرة كثيرة الفوائد عظيمة المنافع. ولما خصمناها وميزناها وتحرينا إنصاف الحق منه وجدنا فيها مواقع مشبهة وألفاظا بشعة ومعاني متناقضة، إلا أنها يسيرة في جنب ما أصاب فيه من المعاني الصحيحة. فرأينا في الإمساك عنها هضما للحق وتعديا عليه وظلما لمن ينظر بعدنا في كتبه في سترنا ذلك عنه" (79).

مما سبق نقول أنه ما من أمة تستطيع استيعاب التراث العلمي لغيرها من الأمم التي تفوقها حضارة، ألا إذا كانت قد وصلت إلى هذا المستوى من التراث. وقد كانت الأمة العربية جديرة بذلك في وقت قصير، وذلك لأن مظلة العلوم الفقهية والقرآنية قد أمدتها بإشعاعات أسرعت في تكوين الفكر العالمي الجديد.

ولهذا ما إن وافي القرن الثالث الهجري حتى التقت تيارات الفكر الإسلامي وتيارات الفكر الأجنبي ، فظهرت فيه عقليات جديدة، عقليات موسوعية امتازت بالنضج والدقة وصفاء الفكر والتفكير، وسيطر المنطق والميل إلى الاستقصاء في البحث والاستقلال في الرأي. لقد ترك علماء العرب الآراء التي وصلت إليهم عن الأشياء إلى الأشياء نفسها، لقد تركوا التحدث عن كتب الأصول الفلكية إلى التحدث والبحث في علم الفلك نفسه ليكون فلكا إسلاميا بحتا.

ففي القرن إلحادي عشر الميلادي تأقلم علم الفلك العربي ضمن البيئة الإسلامية، قد شهد هذا القرن سلسلة من الأعمال اتسمت بالاهتمام الجاد بالأسس الفلسفية لعلم الفك الإغريقي، ونتيجة لذلك اقتضت هذه الأعمال وجود مدرسة جديدة مهمتها الرئيسية التركيز على المسائل المتعلقة بنظام الفك الإغريقي. وبهذا الصدد يذكر الحسن بن الهيثم في كتابه "الشكوك على بطليموس" والجوزجاني في كتابه "تركيب الأفلاك" والفلكي الأندلسي المجهول في كتابه "استدراك على بطليموس" ثم جاء بعد هؤلاء مؤيد الدين العرضي ونصر الدين الطوسي وقطب الدين الشيرازي وابن الشاطر.

ففي القرن الثالث عشر الميلادي حيث عاش مؤيد الدين العرضي ونصر الدين الطوسي وقطب الدين الشيرازي الذين ينتسبون إلى مدرسة مراغة حدثت ثورة حقيقية في البحوث الفلكية وحصل انعطاف حاد في شأن الفرضيات الفلكية السابقة. والتقليد الذي بدأ في القرن الحادي عشر بلغ ذروته من النضج في القرن الثالث عشر وتتوج بمؤلفات ابن الشاطر في القرن الرابع عشر، لكنه بدأ يتراجع في القرن الخامس عشر والسادس عشر.

في تلك الفترة من القرن إلحادي عشر حتى الرابع عشر كان هناك اتجاهين للبحوث الفلكية العربية في انتقادها لنظام بطليموس الفلكي ، فالاتجاه الأول يقتصر على تحديد العيوب الرئيسية في نظام بطليموس وكان يمثل هذا الاتجاه الحسن بن الهيثم وجابر بن أفلح والبطروجي وابن رشد. والاتجاه الثاني كان يدعو إلى إيجاد أنظمة بديلة لتحل محل الأنظمة البطلمية الناقصة أو المغلوطة في واقع الحال، وهذا الاتجاه مثله فلكي المشرق الإسلامي على يد علماء مدرسة مراغة، حيث قدم نصر الدين الطوسي (1200-1273م) ومؤيد الدين العرضي (1266م) وصدر الشريعة (1346م) بدائل لمخطوطات بطليموس. لكن ابن الشاطر (1335م) كان أكثرهم توفيقا، فقد قدم مخطوطات كانت بمنجى من النواقص والعيوب التي تعرضت لها مخطوطات بطليموس وكانت على ما يبدو قريبة جدا- وفي أحيان مطابقة كما في المخطط القمري- من التي تقدم بها كوبر نيكوس بعده بنحو مائتي عام (80).

وبالتالي نقول أن العرب قطعوا شوطا بعيدا في الطريق الطويل الذي انتهت إليه الحضارة الأوربية اليوم، حيث ظهر من بين العرب المسلمين علماء ومفكرون ساهموا في أصول العلم وفروعه وأحاطوا بجميع ألوان الثقافة التي انبعثت من مراكز متعددة حتى سبقوا الغرب إلى كثير من النظريات حتى أصبحت الأمة العربية الممثلة الوحيدة للحضارة الإنسانية في العصور الوسطى كلها.

إن ما حققه العرب لم تستطع أن تحققه شعوب كثيرة أخرى كانت تمتلك من مقومات الحضارة ما قد كان يؤهلها لهذا، بيزنطة وريثة الحضارة الإغريقية بقيت على جهلها، مع إن لغتها اليونانية كانت أقرب الناس إلى الحضارة الإغريقية. والسوريون، هم تلامذة الإغريق، كان لهم من الحضارة قبل الإسلام حظ وفير، ولقد نقلوا عن طريق الترجمة كثيرا من أعمال الإغريق إلى لغتهم ولكنهم أيضا كبيزنطة، فشلوا في أن يجعلوا مما اقتبسوه عن الإغريق بذرة لحضارة تزدهر كما فعل العرب فيما بعد. ولم تكن فارس التي اقتبست من حضارات الصين والهند والإغريق بأسعد حظا من بيزنطة أو سورية، وبرغم تحسن الحالة الاقتصادية في تلك البلاد ورعاية الدولة للعلوم والعلماء، فإنه لم يتم لحضارة تلك البلاد أن تصبح حضارة مبتكرة مؤثرة إلا في جو عقلي آخر وفي ثنايا حضارة ثانية أنجح هي الحضارة العربية (17).

وتعتبر مآثر علماء العرب من الكثرة التي تحتاج إلى آلاف المجلدات ولكن سوف أوجز بعض أهم الأعمال الفلكية التي صححوا فيها ما أخذوه عن غيرهم والتي أضافوها إلى العلم ولم يأت بها أحد قبلهم، والأشياء التي سرقت منهم وأدعى علماء الغرب أنها من أعمالهم، حيث أن العرب توصلوا إلى أقصى ما توصل إليه إنسان من رصد السماء ومادار فيها من كواكب ونجوم بالعين المجردة دون اللجوء إلى عدسات مكبرة أو منظار أو أجهزة تكنولوجية على أعلى مستوى، أي خرجوا بعلم الفلك من حد النظريات إلى العمليات والرصد. وأهم المآثر هي:

1: حساب ميل دائرة البروج على خط الاستواء (دائرة الميل الأعظم):-

كما ذكرنا في شرحنا لبعض الحقائق الفلكية المستخدمة في ألا لآت الفلكية، بأن مدار الشمس الظاهري حول الأرض (المدار السنوي للأرض حول الشمس) يميل Ecliptic inclination على مستوى خط الاستواء. لذا قام العرب بأرصاد دقيقة واسعة المدى لحركة الشمس ومن هذه الأرصاد لاحظ علماء العرب التغيرات في الظواهر الطبيعية التي قال عنها اليونان والهنود بأنها ثابتة وغير متغيرة، فاتضح لهم بفضل صبرهم العجيب، الذي كان معينا لهم ومشجعا على أبحاثهم والذي ساعدهم على تكوين دقة حسهم في تمييز الفروق، أن انحراف سمت الشمس Azimuth ، أي زاوية مدار الشمس مع خط الاستواء، الذي حسبوه حسابا دقيقا يأخذ تدريجيا في النقصان.

ويوضح جدول (3) القيم التي حسبها علماء العرب لزاوية الميل الأعظم وكذلك مقارنتها بالحسابات الحديثة التي قام بها المؤلف بالنسبة لزمن وجود كل عالم، حيث أن الحسابات الحديثة تشير إلى أن هذا الميل ينقص بمقدار دقيقة كل 128 عام، أي بمقدار 0.5 ثانية تقريبا (81). ويتضح لنا مدى دقة كل من ألبتاني وابن الشاطر في القياس وكذلك أبو القاسم بن الأعلم. وقد حسب العرب هذه الزاوية برصد ارتفاع الشمس في الظهيرة عند المنقلبين الصيفي والشتوي فيكون الفرق بين الارتفاعين ضعف الزاوية المطلوبة.

ولقد قام المؤلف بحساب هذا الميل لعام 1997 م فوجد أنه 23 درجة و 26 دقيقة و 83و22 ثانيه باستخدام القانون (81) :

$$\text{الميل} = 23.45 - 0.00013t \quad (\text{درجه})$$

حيث t هي عدد السنين منذ سنة 1900م

والتفسير العلمي لهذه الظاهرة يرجع إلى عملية تبادر الاعتدالين (سوف نشرحها فيما بعد)، حيث يتحرك القطب الشمالي (قطب دائرة معدل النهار أو خط الاستواء السماوي) حول قطب دائرة البروج حركتين الأولى في دائرة قدرها 26 ألف سنة حتى ترجع نقطة الاعتدال الربيعي إلى وضعها الأصلي على دائرة البروج والثانية أن مسار هذه الدائرة ليس منتظم ولكنه لولبي تبلغ دورته الأساسية (أي المسافة بين قمتين متتاليتين) حوالي 18.6 عام.

جدول (3)

المصدر	زاوية الميل درجة	دقيقة	ثانية	زاوية الميل بالحسابات الحديثة درجة	دقيقة	ثانية
بطليموس (13) ومن معه 138م	23	51	20	23	41	2.33
ألبتاني (46) (880-883م)	23	35		23	35	38.27
ثابت بن قرة (13) (836-900م)	23	33	30	23	34	56.2
أبو القاسم بن الأعلم (82) (985م)	23	34	2	23	34	16.67
الخوجندي (59) (1000م)	23	32	21	23	34	8.26
ابن الشاطر (83) (1365م)	23	31		23	31	11.43

2- حساب طول السنة الشمسية:-

هناك ارتباط وثيق بين علم الفلك ومشاكل التقويم الزمني ولما كان التقويم الإسلامي تقويم قمري صرف لا يعتمد على حركة الشمس بل يعتمد على الرؤية الحقيقة الموثقة لهلال القمر الجديد بعد دورة قدرها 29 أو 30 يوما.

ولما كانت هناك استحالة لجعل الدورة الزراعية تتفق مع التقويم القمري، فقد حمل ذلك العرب على أن يحتفظوا إلى جانب التقويم القمري بالتقويم الجولياني ، وذلك في الأقاليم التي كانت تتبع في السابق الإمبراطورية الرومانية، كما احتفظوا بالتقويم الفارسي القديم في باقي البلدان الإسلامية.

والتقويم الفارسي أدخل عليه عمر الخيام إصلاحات بناء على طلب السلطان السلجوقي جلال الدولة ملكشاه وعرف بعد ذلك بالتقويم الجلالي (72).

ولهذا دقق العرب في حساب طول السنة الشمسية، Solar year ويبين جدول (4) أنهم قد توصلوا إلى قيم على جانب كبير من الدقة بالمقارنة مع القيم العصرية.

جدول (4)

المصدر	طول السنة الشمسية يوم	ساعة	دقيقة	ثانية
بطليموس حوالي (150م) (83)	365	5	55	12
ألبتاني (929م) (83)	365	5	46	32
عمر الخيام (1044- 1123م) (84)	365	5	49	صفر
أولغ بك (1394- 1449م) (84)	365	5	50	8
القيم المعاصرة (83)	365	5	48	46

من هذا الجدول يتضح لنا أن بطليموس أخطأ في حساب السنة بمقدار 6 دقائق و26 ثانية، بينما ألبتاني أخطأ بمقدار دقيقتين و14 ثانية.

أما قياسات عمر الخيام تحمل خطأ يقل عن 0.001 %، ومن ثم كان التقويم الجلالي المنسوب لعمر الخيام أدق من التقويم الجريجوري (الميلادي)، فبينما يؤدى التقويم الميلادي إلى خطأ يبلغ واحد في كل 3330 سنة، فإن الخطأ الناجم عن التقويم الجلالي لا يتعدى يوما واحدا في كل 5000 سنة (84).

3- قياس محيط الأرض:-

تفاوتت التقديرات التي أخذها العرب عن الهنود واليونانيين عن محيط الأرض تفاوتا كبيرا جدول (5). وذلك بسبب اختلاف الطرق التي استخدمها علماء تلك الحضارات لقياس محيط الأرض. ونتيجة لهذا الاختلاف أمر المأمون جماعة من الفلكيين العرب بقياس محيط الأرض كان على رأسهم الفلكي سند بن علي وعلي بن عيسى الإسطرلابي ومحمد أبو موسى الخوارزمي ومعهم جماعة من الحرفيين المهرة (38)، وقام هؤلاء الفلكيون بقياس طول درجة من خط نصف النهار (خط الزوال) في صحراء سنجبار في شمال العراق. حيث انقسموا إلى فريقين الأول قام بالقياس في اتجاه الشمال والأخر في اتجاه الجنوب، وقد بدأ الفريقان من نقطة بعد أن حددوا خط العرض الذي يمر بها. وتوقف قياس الفريقيين بعد أن قطع كل منهما درجة واحدة من درجات العرض. واختلفت تقديرات القياس للفريقين لطول الدرجة فيما بين 1/4 56 ميل و 57 ميل، فاتخذوا متوسطهما 2/3 56 ميل تقريبا أي نحو 111814.66 متر، حيث الميل العربي يساوى 2، 1973 متر. وبضرب القيمة السابقة لـ 2/3 56 ميل في 360 حصلوا على محيط الأرض الذي يقدر بـ 40253.3كم، وهذا الرقم يقترب من الرقم الحالي البالغ 40120 كم (35)، جدول(5) .

ثم جاء البيروني بعد قرن ونصف من الزمان وابتكر طريقة لحساب محيط الأرض لم يسبقه أحد في استخدامها. وتعتمد هذه الطريقة على حساب نصف قطر الأرض باستخدام زاوية انخفاض ملتقى السماء والأرض عن الأفق عند ارتفاع جبل كما في شكل (24)، قريب من قلعة ناندا التي تبعد خمسة أميال من ذاريالا غربي باكستان (13). ثم قام بتطبيق المعادلة التالية :

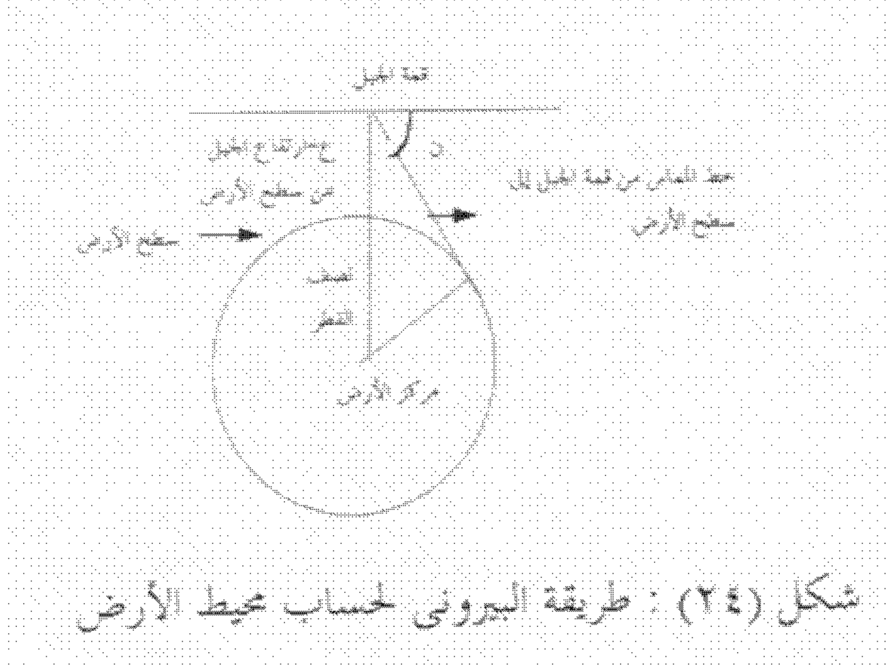
نصف قطر الأرض= (1- جتا ن) / ع جتا ن

حيث ع هو ارتفاع الجبل، ون زاوية ميل أشعة الشمس عن الأفق، وبما أن محيط الأرض يساوى 2ط نق. إذن محيط الأرض= (1- جتان/ع جتان) (44/7)

ومن هذه النتائج تبدوا لنا بوضوح دقة القياس التي قام بها علماء العرب والمسلمين، ولعل أدقها قياسات البيروني كما قال نللينو: "أما قياس العرب فهو أول قياس حقيقي أجرى كله مباشرة،

جدول (5)

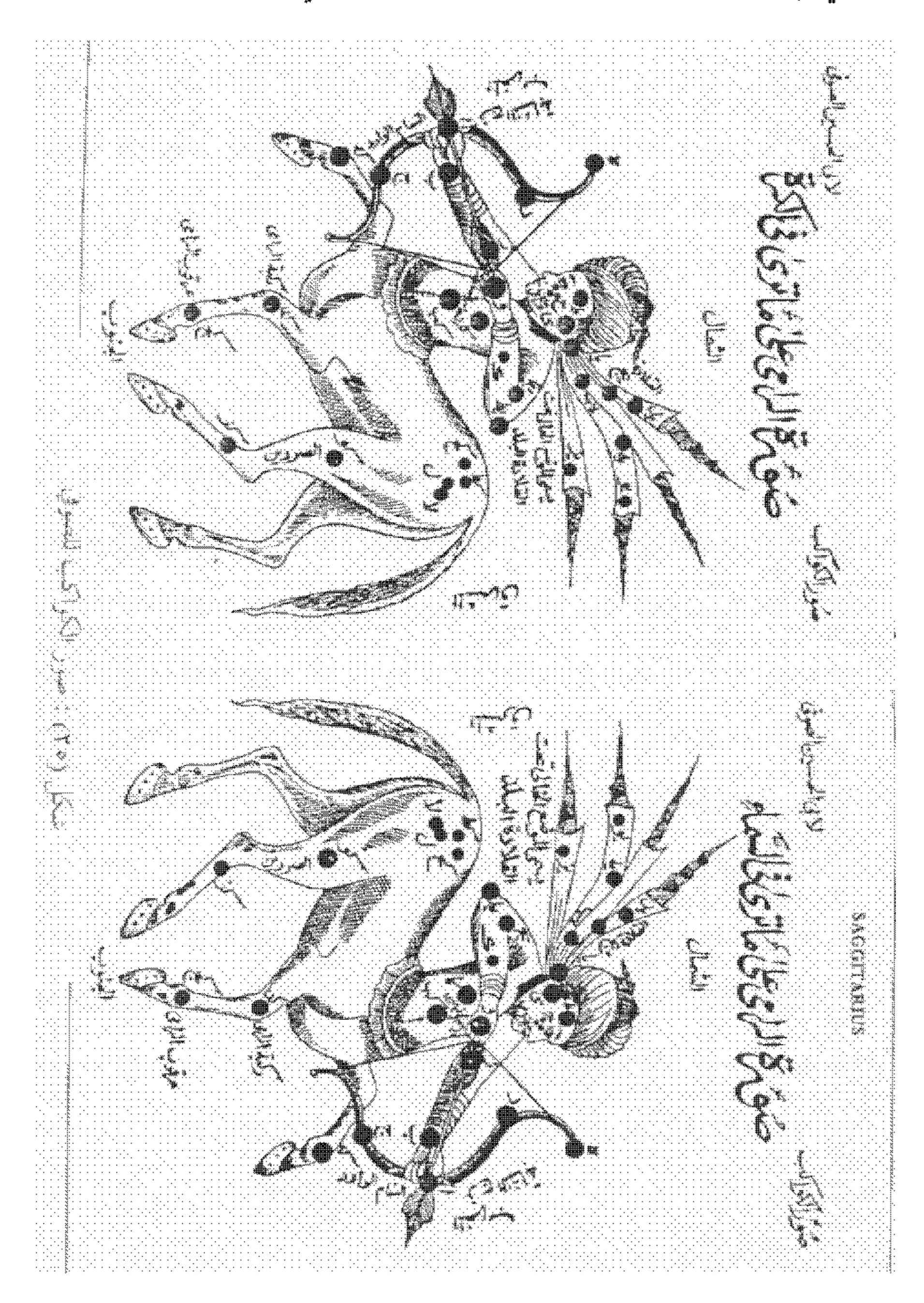
المصدر	قطر الأرض كم	محيط دائرة	درجة من
تقدير أول (35) الهند		53393	
تقدير ثاني (35)		81977	
عن أرسطو (73) اليونان	23554.876	74000	205.555
إراتوستين (73)	14839. 572	46620	129.500
القياس الأول فلكيي المأمون (73)	12718.773	39957.3	110.9925 (56 1/4ميل عربي)
القياس الثاني (73)	12888.357	40490.064	112.4724 (57ميل عربي)
سند بن على وعلى بن عيسى وعلى بن البحتري (73)	13129.615	41248	114.57777
البيروني (85)	12682.711	39844.008	110.6778
قاضي زادة بن الرومي (73)	12810.014	40243.939	111.78871
عند خط الاستواء (73) فلكي ألماني F.W. bessel	1275479431	40070.36811	111.67978 2
عند المدار القطبي (73) 1842م	1271215793	40003.42304	110.56379
عند خط الاستواء (84) القيم المعاصرة	12756	40074.249	111.31735
عند المدار القطبي (84) القيم المعاصرة	12714	39942.302	110.95083



شكل (٢٤) : طريقة البيروني لحساب محيط الأرض

4- رسم خريطة السماء:-

كان العرب يعتمدون في رصدهما للسماء على العين المجردة فقط، ومع ذلك فقد تمكنوا من رؤية نقاط عديدة من النور (النجوم)، وهذا وقد توصل من قبل أبراخسي إلى اكتشاف أكثر من ألف نجم في السماء ومن تحديد مواقعها، ولم يجرؤ أحد على تصحيح ما أورده أبراخس إلا عبد الرحمن الصوفي (903- 986هـ) في بغداد، إذ قام بتكليف من السلطان عضد الدولة الذي بنى له مرصدا فلكيا في حدائق قصره، - ليلة بعد ليلة برصد النجوم وعدها وحساب أبعادها أيضا عرضا وطولا في السماء، فكان إن اكتشف نجوما عدة لم يلحظها بصر أبراخس قبله. ثم رسم خريطة السماء بدقة كبيرة حسب فيها مواقع النجوم وأحجامها من جديد. وهكذا أخرج إلى الوجود فهرس سماءه" كتاب الكواكب الثابتة" للنجوم عمل فيه على تصحيح كثير من الأخطاء الموروثة نتيجة لانعدام الدقة، منذ أيام أبراخس وبطليموس كما في شكل (25).



ويمتاز كتاب الكواكب الثابتة في رسومه الملونة للأبراج وبقية الصور السماوية(86) وقد مثلها على هيئة الأناس والحيوانات، فمنها ما هو على صورة كهل في يده اليسرى قضيب وعلى رأسه عمامة فوقها تاج، ومنها ما هو على صورة دب ومنها ما هو على صورة أسد أو الظباء. ولقد أشار الصوفي أكثر مما يراه الناس بكثير، حيث قال: " أن كثيرين يحسبون عدد النجوم الثابتة 1025 مع إنها أكثر من ذلك بكثير، أما النجوم الخفية فإنها أكثر من ذلك بكثير" (87).

واعترف علماء الشرق والغرب بقيمة هذا العمل في الفلك ودقة وصفه لنجوم السماء الذي يساعد على فهم التطورات التي طرأت على النجوم من حيث الأقدار Magnitudes من عصر بطليموس إلى عصر الصوفي إلى عصرنا هذا والمثال على ذلك أن الصوفي لم يذكر لون الشعرى العبوري، أي الشعرى اليمانية، مع إن بطليموس قال إن لونها ضارب للحمرة، فكأن احمرارها كان قد زال في أيامه وصار لونها كما هو الآن (83).

وقد ترجم كتاب "صور الكواكب الثابتة" إلى الأسبانية في عهد الملك الفونسو العاشر وعرف بعنوان "كتب المعرفة الفلكية"، وتركت هذه الترجمة تأثيرا قويا في أسماء النجوم ومصطلحاتها المستعملة في اللغات الأوربية الحديثة (72).

وتعتبر أقدم الرسوم الفلكية لقبة السماء هي تلك التي تمثل دائرة البروج والتي وجدت في مبنى أثرى أموي يعرف باسم "قصير عمرة" حوالي (93- 97هـ) وكانت هذه الرسوم قد أتبعت طريقة الإسقاط المجسم (72).

ولقد عرف المسلمون المجرة Galaxy (88)، حيث كانت مجموعة درب اللبانة Milky way منذ عصر ابن الهيثم تصور كمجموعة ضعيفة من النجوم متقاربة جدا بعضها مع بعض وبشكل أصغر من القدر السادس (89) ويصل إلينا ضوءها بصورة مشوشة، كما عرف أن موقعها بين النجوم الثابتة لا يتغير (72). وتظهر هذه المجرة في أوائل الصيف خطا عريضا أبيض يبدأ من الجنوب وحتى الشمال. وهذا الامتداد كانت العرب تسميه نهر المجرة (90). ولقد عرف أيضا الصوفي مجرة المرأة المسلسلة Andromeda galaxy (أندروميدا) قبل مربوس بأكثر من ستة قرون، وهى ترى كبقعة غبشاء في كوكبة المرأة المسلسلة في أواخر الخريف وأوائل الشتاء، وقد سماها الصوفي "اللطخه السحابيه" (90) وهذه المجرة هي الوحيدة التي يمكن أن نراها بالعين المجردة وهى تبعد عنا بـ2مليون سنة ضوئية وهى أضخم من مجرتنا قليلا وفيها من النجوم ما يزيد على عدد نجوم مجرتنا ، أي أكثر من ألف مليون نجم.

واستخدم العرب الرسوم النجومية لرسم الخرائط الملاحية ليهتدي بها البحارة في أعالي البحار، مثل النجم القطبي Polaris وسهيل وغيوم ماجلان Magellanic clouds وغيوم ماجلان هذه عبارة عن سحابتين تظهران في نصف الكرة الجنوبي من القبة السماوية. وتتبع هاتين السحابتين

ويقول شاخت وبوزورت: "لقد عرف العرب التغير الدوري في قوة لمعان النجم المعروف برأس الغول Ra's Algol والتي تتراوح بين 2.3 و3.5، وعرفوا أيضا التفاوت الضئيل في قوة لمعان نجم ميراسيتى ... وظل الاعتقاد عند العرب سائدا بوجود المذنبات التي كان يفترض أنها تنتمي إلى العالم الفاني" (72).

5- حساب خطوط العرض والطول للمكان:-

إن خطوط عرض وطول Latitude and longitude البلاد غاية في الأهمية لمعرفة تحديد الأماكن على سطح الأرض وفي الملاحة البحرية والجوية، وكذلك معرفة بعض الأمور الشرعية مثل تحديد القبلة ومواقيت الصلاة وكذلك في أعمال المساحة. لذا قام البيروني في عام 416هـ بوضع كتاب أسماه" تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن" أوضح فيه الطرق المختلفة لتعيين خطوط عرض وطول البلاد والمساكن باستخدام النجم القطبي والنجوم الأخرى وكذلك الشمس، وقد استخدم البيروني كل من الرصد والحساب لتحقيق هذا الهدف وكذلك وضع ابن الهيثم رسالة سماها "رسالة ارتفاع القطب" لتحقيق هذا الغرض. ولعل القاعدة التي أرساها العرب بأن ارتفاع النجم القطبي يساوى عرض المكان من أهم القواعد في أعمال المساحة.

وقد قام المؤلف بدراسة أوضحت مدى التطابق التام بين بعض العلاقات التي وضعها البيروني عام 416هـ لتعيين خطوط العرض على سطح الكرة الأرضية باستخدام الأجرام السماوية وبين العلاقات التي يستخدمها علماء العصر الحديث. وقد استنتجت أن تطابق القيم والعلاقات يعطى دلالة على دور علماء العرب والمسلمين في إثراء المعرفة العلمية بصفة عامة والفلكية بصفة خاصة، حيث أن معظم ما ذكر في هذا البحث قد دونته الكتب الغربية للعلوم الحديثة في علم الفلك الموضعي. وهذا يدل على أن حركة الترجمة التي تمت في بداية عصر النهضة الأوربية قد أخذت العلوم العربية بحذافيرها وبدأت تطور منها ما يحتاج إلى تطوير، أما الآخر فاستخدمته كما هو (91).

وقد ابتدع بنو موسى طريقة لمعرفة خط الطول عن طريق رصد خسوف القمر الكلى في كل من سامراء ونيسابور في وقت واحد (82).

6- الأزيــاج:-

لقد أجرى العرب أرصادا كثيرة ووضعوا الأزياج القيمة الدقيقة. والأزياج مفردها زيج Ephemeris وفي معناها قال ابن خلدون في مقدمته: "ومن فروع علم الهيئة (الفلك) علم الأزياج ، وهي صناعة حسابية على قوانين عددية، فيما يخص كل كوكب من طريقة حركته وما أدى إليه برهان الهيئة في وضعه من سرعة وبطئ واستقامة ورجوع وغير ذلك يعرف به مواقع الكواكب في أفلاكها لأي وقت فرض من قبل حسبان حركتها على تلك القوانين المستخرجة من كتب الهيئة. ولهذه الصناعة قوانين في معرفة الشهور والأيام والتواريخ الماضية وأصول متقرره في معرفة الأوج (أبعد نقطة في مدار الكوكب) والحضيض (أقرب نقطة في مدار الكوكب) والميول وأصناف الحركات واستخراج بعضها من بعض يضعونها في جداول مرتبة تسهيلا على المتعلمين وتسمى أزياج. ويسمى استخراج مواضع بهذه الكواكب للوقت المفروض لهذه الصناعة تعديلا وتقويما... "(18).

يقول عباس العزاوي ومن أشهر الأزياج:

-زيج إبراهيم بن حبيب بن سليمان الفزاري ، وهو أول من عمل إسطرلابا في الإسلام وألف فيه كتابا.

-زيج محمد بن موسى الخوارزمي عمله في خلافة المأمون.

-زيج أبو عبد الله محمد بن سنان بن جابر ألبتاني، المعروف بالزيج الصابئ، وقد ترجم -الزيج الصابئ إلى اللاتينية.

-زيج حبش الحاسب وهو أحمد بن عبد الله المروزي البغدادي.

-الزيج المأموني على مذهب السندهند لحبش الحاسب.

-الزيج الممتحن لحبش الحاسب وهو من أشهر الأزياج منه نسخة في كمبريدج وقد أثنى عليه البيروني في كتابه الآثار الباقية.

-زيج أبو معشر البلخي وهو على مذهب الفرس.

-زيج البغدادي وهو عبارة عن الاتفاقات التي وجدت في عدة أزياج جمعها جمال الدين أبو القاسم بن محفوظ المنجم البغدادي ويوجد منه نسخة في الخزانة الأهلية بباريس.

-زيج أبو محمد الحسن بن أحمد الهمزاني واعتمد أهل اليمن على هذا الزيج.

-الزيج الشامل لأبى الوفاء محمد بن أحمد البوزجاني.

-الزيج الكبير الحاكمي: للأمام أبو الحسن على بن أبى سعيد عبد الرحمن بن يونس المصري وكان عمله بأمر العزيز بالله العبيدي حاكم مصر. طبع في باريس سنة 1804 م وطبع قسم منه مع ترجمة إلى اللاتينية في ليدن سنة 1822م

-الزيج السنجري: وهو لـ أبى الفتح عبد الرحمن الخازني وقد ألفه في زمن المسترشد بالله وقدمه للسلطان السلجوقي معز الدين سنجر بن ملكشاة ويوجد منه نسخة فريدة في خزانة الفاتيكان.

-الزيج الملكشاهي لعمر الخيام.

-الزيج الشاهي للشاه ركن الدين خورشاه الإسماعيلي وكتب هذا الزيج قبل الزيج الايلخاني ، واختصره نجم الدين بن اللبودي وسماه الزيج الزاهي.

-زيج ابن الشاطر. وقد عنى بهذا الزيج جماعة من العلماء في التصحيح والشرح وجاء في كشف الظنون أنه اختصره شمس الدين الحلبي وسماه الدار الفاخرة وصححه أيضا الشيخ شهاب الدين أحمد الموقت بجامع الملك المؤيد بالقاهرة المتوفى سنة 836هـ وسماه نزهة الناظر في تصحيح أصول ابن الشاطر.

-زيج ابن السمع وقد ألفه ابن السمع على مذهب السندهند وهو كتاب كبير مقسم إلى جزئيين أحدهما في الجداول والآخر في رسائل الجداول.

-الزيج الإيلخاني. وضع هذا الزيج مجموعة من العلماء، وذكر فيه جنكيزخان وأولاده وكيفية استيلائهم على الملك وقسم هذا الزيج في أربع مقالات: الأولى في التواريخ والثانية في سير الكواكب ومواضعها طولا وعرضا والثالثة في أوقات المطالع أما الرابعة ففي باقي أعمال النجوم، ويوجد هذا الزيج في كل من دمشق وتركيا وباريس وكمبريدج.

-زيج أولغ بك. ويسمى الزيج الكبير السلطاني. وهو عبارة عن أرصاد غياث الدين الكاشي وقاضى زاده الرومي و يعتبر من أحسن الزيجات وأقربها للصحة. وقد تولى كثير من العلماء شرحه وجاء في دائرة المعارف الإسلامية بيان عن جهود الغرب في معرفة هذا الزيج ويوجد منه نسخة في بغداد ودار الكتب المصرية وقد طبع في لندن عام 1650م وفي باريس عام 1847م ونقل إلى الفرنسية عام 1853م

-زيج طليطلة للزرقالي: يعتبر من أهم الأزياج التى وضعت في الأندلس.

وأن من أهم الأزياج التي دخلت بلاد الغرب وعمل بها حتى في أيام كوبرنيكس ذاته دون قيد أو شرط هي أزياج: الخوارزمي، المأمون، ألبتاني، وابن يونس، وزيج الطليطله للزرقالي (12).

7- حساب المثلثات:-

كان الهدف الرئيسي للأرصاد الفلكية هو تحديد الإحداثيات الأفقية ومعرفة زاوية السمت والإرتفاع، ثم تحويلها إلى خطوط مدارية أو دوائر للبروج وفقا لنوع المسالة المطروحة. وفي الحالات التي فيها التقريب المطلوب كبيرا جدا، كان بإمكان الناس استعمال واحدة من الآلات الفلكية والتي تعطى الجواب بسرعة. لكنهم كانوا يلجئون بوجه عام إلى حساب المثلثات في أغراض دراسة مواقع النجوم في السماء وتحديد مواقيت ظهورها وغيابها وكذلك قياس المساحات أو لتحديد اتجاه القبلة.

وحساب المثلثات هو أحد الفروع من علم الرياضيات وكذلك علم الفلك. وهذا الفرع ترجع بدايته إلى اكثر الأصول العلمية الهندية أولية، حيث وضع الهنود جداول بدائية لجيوب الزوايا (92)، ثم تلاهم الإغريق، حيث كان الإغريق (اليونان) يتناولون فيها المسائل الفلكية بواسطة الأوتار (72). يقول نللينو: "... في أواخر القرن الثالث أو أوائل القرن الرابع توصل العرب إلى معرفة كل من هذه القواعد المختصة بالمثلثات الكروية القائمة الزاوية، إذ وجدتها مستعملة لحل مسائل علم الهيئة الكروي في النسخة الخطية الموجودة من زيج أحمد بن عبد الله المعروف بحبش الحاسب، المحفوظة بمكتبة برلين. وهذا الزيج ألف بعد الثلاثمائة بسنين قليلة جدا حسبما استدللت عليه بأدلات شتى" (73). وقد استعرض أيضا قدري طوقان الطرق المختلفة لحل المسائل المختصة بالمثلثات الكردية Spherical triangle القائمة الزاوية وكذلك الطرق لحل المثلثات الكروية المائلة وذلك من خلال عرض كتاب شكل القطاع لنصر الدين الطوسي (59). ولقد أفرد أيضا البيروني بابا خاصا بحساب الأوتار في كتابة القانون المسعودى (76). وألف جابر بن أفلح تسعة كتب في الفلك يبحث أولها في المثلثات الكروية وكان له أثر بليغ في المثلثات وتقدمها(59).

ويمكن القول أن من أعظم إنجازات العلماء العرب تخليهم عن نظرية بطليموس لحل المسائل الكروية بواسطة الأوتار واكتشافهم المعادلات الأساسية في حساب المثلثات الكروية . وأهم إنجازات العلماء العرب هي:-

-أثبت ألبتاني أن الجيب Sine يقابل نصف الوتر في حين أن بطليموس كان قد أثبت خطأ أن الجيب يقابل الوتر كله (48).

-حصول ألبتاني على قانون جيب التمام Cosine في المثلث الكروي (48).

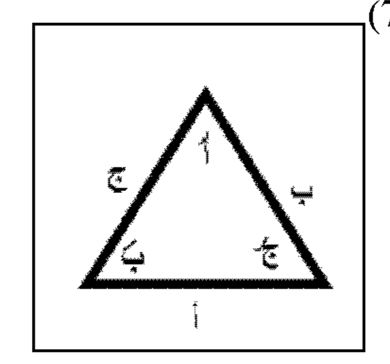
جتا أ= جتاب جتاج+ جاب جاج جتا أ

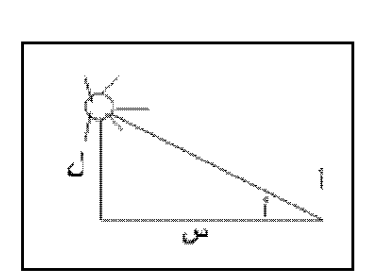
واستخدمه لتعيين سمت الشمس إذا عرف ميلها وارتفاعها بمعرفة ارتفاع القطب، أي معرفة خط عرض البلد.

-استخدم ألبتاني المثلث المستوى لمعرفة ارتفاع الشمس بالنسبة لارتفاع القرية ل وظلها س (48)، لهذا

س= جا أ / ل جا (90-أ)= ل ظتا أ

-أدخل أبو الوفاء البوزجاني الزوايا في النسب المثلثية بالنسبة للمثلث الكروي المائل الزاوية (72)





ظا ب / ظا ب = جا جـ

-يعتبر أبو الوفاء أول من عرف الصلات في علم المثلثات، وهو ما يعرف اليوم بالعلاقة:-

جا (أ+ب)= جا أ جتا ب+ جتا أ جا ب

وهى المعادلة التي أعاد رنيكوس تلميذ كوبرنيكس اكتشافها في كتابه عن المثلثات المعروف باسم: Opus palatinum de triangulis (72).

-ولقد كان أبو الوفاء أول من عمم نظرية الجيب في علاقتها بالمثلثات الكروية، كما كان أول من أوجد فكرة الظل Tan وظل التمام Cotan والقاطع Sec وقاطع التمام Cosec في علم حساب المثلثات وأوضح العلاقة في النسب المثلثية التالية (59):

2 جا^2 (أ /2) = 1 جتا أ

جا أ = 2 حا (أ /2) جتا (أ /2)

حا (أ - ب)= (حا^2 أ- حا^2 أ حا^2 ب)$^{2/1}$ -$^+$ (حا^2 ب- حا^2 أ حا^2 ب)$^{2/1}$

ظا أ = جتا أ/ حا أ

ظتا أ = حا أ / جتا أ

قا أ = (1+ طا^2 أ)$^{2/1}$

قتا أ = (1+ ظتا^2 أ)$^{2/1}$

-لقد أدخل العرب علم الجبر في حل مسائل حساب المثلثات، فقد ابتكر ألبتاني من المعادلة جتا أ/ حا أ = ب قيمة زاوية أ بالكيفية التالية.

جا أ = (ب/ (ب^2 + 1))$^{2/1}$

وهذه لم تكن معروفة قبل ألبتاني (59)

-حصول منصور بن على بن عراق المعروف بأبو النصر، الذي تلقى البيروني العلم على (72) يديه وكذلك ألبتاني وثابت بن قرة (48)، على نظرية الجيوب الخاصة بالمثلث القائم حا أ/ حا أ = حا تَ/ حات = حا جَ / حا ج

-توصل ابن يونس المصري إلى القانون الآتي:

جتا أ جتا ب = 2/1 جتا (أ + ب) + 2/1 جتا (أ - ب)

ويقول سوتر: "... وكان لهذا القانون منزلة كبرى قبل كشف اللوغريتمات عند علماء الفلك في تحويل العمليات المعقدة (لضرب) العوامل المقدرة بالكسور الستينية في حساب المثلثات إلى عمليات (جمع) .... " (59). كما يقول على عبد الله الدفاع "أن ابن يونس أول من اخترع علم اللوغاريتمات وليس جان نابيير الإسكتلندي، بل جان أخذ فكرة ابن يونس وطورها" (82).

-اكتشف المراكشي العلاقة التالية (82):

جا (90 - ع)= جتاع ، جا (ع - 90)= - جتا ع

-ابتكر البيروني برهانا جديدا لمساحة المثلث بدلالة أضلاعه، يختلف تماما عن البرهان الذي وضعه هيرون عام 150م، في مخطوطة" استخراج الأوتار في الدائرة "(83).
-اخترع العرب حساب الأقواس Arc التي تسهل قوانين التقاويم (59).يقول قدري طوقان: "وقد اطلع بعض علماء الإفرنج في القرن الحادي عشر للميلاد على مآثر العرب في المثلثات ونقلوها إلى لغاتهم، ولعل أول من أدخلها ريجيو مونتانوس ويقول أيضا: "أن كل من كاجورى وسمث وسارطون وسيديو وستر اعترفوا بأن هناك أمورا كثيرة وبحوثا عديدة في علم المثلثات كانت منسوبة إلى ريجيومونتانوس ثبت أنها من وضع المسلمين والعرب وأنهم سبقوه إليها" (59) ولقد أثبت صالح زكى بعد دراسة مؤلفات ريجيومونتانوس هي بعينها الأصول التي اتبعها العرب في الموضوع نفسه في القرن الرابع الهجري (59). أما أ. فون براو نموهل أشار إلى تماثل علم حساب المثلثات عند نصر الدين الطوسي وريجيومونتانوس (38).
ويقول جورج صليبا: " بأن جزء حساب المثلثات Trigonometry في كتاب إصلاح المجسطي لجابر بن أفلح كان المرجع الأساسي لكتاب De Triangulis تأليف ريجيومونتانوس" (80). وتجدر الملاحظة بهذه المناسبة إلى أن ريجيومونتانوس كان في مهمة علمية في هنغاريا وهى منطقة ذات علاقة وطيدة بالعثمانيين (38). حيث يقول ايديى صابيلي نقلا عن زينر في كتابه الصادر عام 1938: " إن إيلاما سرش Elia Misrachi (1456- 1526م) قد جلب معه خلال رحلته من اسطنبول إلى بالى، كتابا يحتوى على بعض معادلات الجمع التي استخدمها الرياضيون الأوربيون فيما بعد. ولما كان ذلك الكتاب قد ترجم في أوربا فإنه لابد أن تكون المعادلات مأخوذة منه (المداخلة التي طرحت في ملتقى ريومونت في يوليو 1957 حول العلم في القرن السادس عشر، لم تطبع بعد، يبدو أن ماسرش شخصية لعبت من خلال عاصمة العثمانيين في القرون المتأخرة ـ دورا هاما في مجال التواصل العلمي بين أوربا والعالم الإسلامي" (38)
ومما سبق يمكن القول لولا علماء العرب والمسلمين لما كان علم حساب المثلثات على ما هو عليه الآن. فإليهم يرجع الفضل الأكبر في وضعه بشكل علمي منظم مرتبط بعلم الفلك وأضافوا إليه العلاقات المهمة. مما جعل ت . أ هاف يقول: "إن حساب المثلثات هو جزء جوهري في الرياضيات من أجل الفلك قد ابتكره العرب" (93).

8- حركة الأرض والكواكب:-

حيث أن العرب حققوا محيط الأرض إذن كان لابد لهم من البحث عن كروية الأرض وكذلك البحث عن مشكلة علاقة الشمس بالأرض والكواكب من حيث الحركة.

أولا: كروية الأرض

أما عن كروية الأرض فقد فكر فيها العلماء منذ العصر اليوناني حيث قال فيثاغورس بكروية الأرض، وإنه لا يوجد شكل هندسي أكمل من الكرة، الكمال انتظام جميع أجزائها بالنسبة إلى المركز، وأن الأجرام السماوية والأرض منها لكونها في غاية الكمال لا نتصور إلا ذلك الشكل الأكمل (73). ولقد اتفق بعض علماء اليونان مع فيثاغورس فيما عدا أرسطو إلا أنه لم يأت بأدلة مقنعة (94). واستمرت هذه المشكلة تطارد العلماء حتى العصر الإسلامي.

ولقد ذكر البيروني في القانون المسعودى ثلاث طرق لتحديد كروية الأرض وهى: **أولا**: اليابس، حيث يقول البيروني: " فإن السائر في براريها (الأرض) نحو الجبال تظهر له منها أعاليها كأنها تبرز من الأرض شيئا بعد شيء حتى ينتهي إليها، وهذا ظاهر في الوجود مستقيم منه الدلالة على الأرض معا في الكريه". **وثانيا**: الماء، حيث يقول البيروني:" فإن سطح الماء مستدير واصدق كريه من الأرض... وينفرد الماء بدليل ما يخصه وهو المراكب في البحار إذ قالها (أعاليها) تظهر للناظر إليها إذ نالتها من بعيد قبل جثثها والجثة أعظم منها لولا أن حدبه الماء الكريه يمنعها وتخفيها من انبطاحها بسبب اختلاف الانتصاب إلى أن يزول الستر بالاقتراب فيظهر حينئذ". **وأخيرا** من ناحية القمر حيث يقول البيروني: ونحن إذ تأملنا كاسف القمر أحسسنا حروفه بالاستدارة وخاصة إذا قسنا قطعة بين بدء الكسوف وتمامه وبين أول الانجلاء وآخره فاطلعنا على أكثر دورة ونظام محيطه وعلمنا أن الفصل المشترك بين ما يستضئ من الأرض وبينها ينبعث الظل فيه وهو دائرة ثم ليست الكسوفات مقصورة من الشمال والجنوب على جهة واحدة ومن الانحراف فيها على مقدار واحد ومن الليل أيضا على وقت واحد، حتى يخص تلك الاستدارة موضع من الكاسف دون آخر، فلتكاثر تلك الفصول المشتركة واختلاف مواضعها من الأرض مع اتفاق أثرها في الظل عن القمر بالاستدارة، تزول الشبهة في أمر الأرض، وتثبت لها الاستدارة من جميع الجهات، فهي إذا في الحس كريه" (94)

وذكر أيضا محمد عبده يماني (95) ثلاث طرق أخرى استدل بها علماء العرب على كروية الأرض. وهذه الطرق هي: **أولا**: اختلاف ارتفاع النجم القطبي بتغير مكان الرائي قربا من خط الاستواء أو بعدا عنه. **وثانيا**: تغير شكل قبة السماء ـ من حيث توزيع النجوم ومواقعها فيها ـ باقتراب الرائي إلى أحد القطبين. **وأخيرا** دائرية الأفق فيما رؤى واتساع دائرته بارتفاع مكان الرائي على سطح الأرض". وهذه الطرق قد ذكرها ابن سينا في كتابه الشفاء القسم الثاني (علم الهيئة) وكذلك الفقيه الحسن بن المطهر الحلبي (المتوفى عام 726هـ) في كتابه كشف المراد في شرح تجريد الاعتقاد.

ثانيا: حركة الكواكب

أما بالنسبة عن علاقة الشمس بالأرض والكواكب من حيث الحركة: فقد سبق ذكر أن أريستاخورس في القرن الرابع قبل الميلاد قد أثار لأول مرة في التاريخ قضية فحواها أن الأرض تدور حول الشمس ثم جاء بطليموس بعده بحوالي 500 سنة، فأقر العكس وجعل الشمس تدور حول الأرض، ورغم أنه كان مخطئا في رأيه فإن سلطته العلمية قد أقنعت الإنسان بذلك إلى أن جاء كوبرنيكس ودحض نهائيا زعم بطليموس. ولكن قبل كوبرنيكس (96) بأجيال توصل ألبتاني من أرصاده للشمس على عكس ما ذهب إليه بطليموس من أن مدار الشمس حول الأرض دائريا بل هو بيضاوي Ellipse الشكل، حيث أنه وجد أن بعد الشمس عن الأرض غير ثابت، فعندما تكون الشمس في الأوج Aphelion (أبعد مسافة بين الأرض والشمس) تكون المسافة بينهما 1146 مرة نصف قطر الأرض، وإذا كانت في الحضيض Peribelion (أقرب مسافة بين الأرض والشمس) فإن المسافة تكون 1070 مرة نصف قطر الأرض (26). وهذا الإثبات هو القانون الأول لكبلر (97). وثبت أيضا إمكانية حدوث كسوف حلقي للشمس Annular eclipse. بمعنى أنها تصير مظلمة في الوسط ولا يبقى منها شيء مضيء سوى حلقة منتظمة عند حافتها وقد استنتج هذا ألبتاني من ملاحظة أن القطر الزاوي والظاهري للشمس يتغير على عكس ما قال بطليموس (26).

وبعد ألبتاني جاء أبو الريحان البيروني وحمل الشك على صحة بطليموس إذ قال في كتاب تاريخ الهند (وليس في القانون المسعودى كما قال جمال الفندي ، و إمام إبراهيم في كتاب البيروني) بعد أن عرض آراء علماء الفلك الهنود في دوران الشمس حول الأرض ما يلي:-"وإن حركة الأرض دورا ليست بقادحة في علم الهيئة شيئا بل تطرد أمورها معها على سواء، وإنما تستحيل من جهات أخرى، ولذلك حارت أعسر الشكوك في هذا الباب تحليلا وقد أكثر الفضلاء من المحدثين بعد القدماء الخوض فيها وفي نفسها. ونظن أن قد أربينا عليهم من المعاني لا الكلام في كتاب مفتاح الهيئة" (98)

وجدير بالذكر أن أحد علماء المغرب العربي وهو أبو الحسن المراكشي قد ألف بعد البيروني بمائتي سنة كتابا عنوانه "جامع المبادئ والغايات في علم الميقات" تكلم فيه عن إسطرلاب بنى على أساس تعاليم البيروني القائل بدوران الأرض حول الشمس وثبوت الأجرام السماوية ما عدا الكواكب السيارة السبعة. ويزيد هذا العالم بقوله: "إن البيروني مخطئ والأصح ما أقره قبله الرازي وابن سينا من أن الشمس تدور حول الأرض" (98)

وظهرت أيضا معارضة نظرية بطليموس في الأندلس حيث قدم الزركلي وهو فلكي من قرطبة (النصف الثاني من القرن الثاني عشر) وبعده ابن باجة اعتراضات عديدة (22).

وقد فسر البيروني على عكس نظرية بطليموس حركة الليل والنهار حيث قال: "فلم تكن الشمس هي سبب تفاوت الليل والنهار بل إن الأرض ذاتها هي التي كانت تدور حول نفسها وتدور مع الكواكب والنجوم حول الشمس" وقد استدل على حركة الأرض حول نفسها من حركة ساقط على سطح الأرض حيث أنه وجد له حركتين إحداهما عمودية لأسفل والأخرى منحرفة جهة الشرق مما يدل على أن الأرض تتحرك من الغرب إلى الشرق (85) وأيضا قال بهذه الحركة أبو سعيد السجزي وشبه دوران الأرض بدوران حجر الرحى (13). وقال البيروني أن مستنبط الإسطرلاب الزورقي هو السجزي وهو مبنى على أن الأرض متحركة والفلك بما فيه السبعة السيارة ثابت(99).

وقد ظل الحال على هذا المنوال بين تصديق نظرية بطليموس والشك فيها إلى أن جاء العالم المسلم الجليل أبو الحسن علاء الدين المعروف بابن الشاطر (704- 777هـ) الذي قام بأرصاد برهنت على عدم صحة نظرية بطليموس. ويعلل ابن الشاطر ذلك بقوله: "أن الأجرام السماوية لا يسرى عليها هذا النظام الذي وضعه بطليموس، فعلى سبيل المثال ذكر أنه إذا كانت الأجرام السماوية تسير من الشرق إلى الغرب فالشمس إحدى هذه الكواكب تسير ولكن لماذا يتغير طلوعها وغروبها. وأشد من ذلك أن هناك كواكب تختفي وتظهر سموها الكواكب المتحيرة. لذا الأرض والكواكب المتحيرة تدور حول الشمس بانتظام والقمر يدور حول الأرض"، وهذا بنصه هو الاكتشاف الذي نسب إلى كوبرنيكس بعد ابن الشاطر بعدة قرون. ثم جاء جاليليو الذي تتبع فكرة ابن الشاطر فابتكر أول تلسكوب وأخذ يراقب حركة النجوم باستخدام هذا الجهاز وأقام اكثر من دليل علمي على أن نظرية ابن الشاطر صائبة (83).

ويبلغ نقد النظام البطلمي أوجه في الأندلس، إذ يرى الزرقالي أن مدار عطارد بيضاوي لا مغلق الحركة، أي أن حركته حلزونية Orbit is not quite a closed ellipse وهو رأى ثوري في عصره (13). حيث ثبت هذا في العلم الحديث ولم تفلح نظرية نيوتن للحركة في حل مشكلة مدار عطارد، ولم تحل إلا بنظرية النسبية العامة لأينشتين.

ونجح ابن يونس في رصد كل من كسوف الشمس وخسوف القمر في القاهرة عام 978م. وكان أول كسوفين سجلا بدقة متناهية وبطريقة علمية بحتة، كما استفاد منهما في تحيد تزايد حركة القمر. ولقد أمضى ابن يونس معظم حياته في دراسة حركة الكواكب التي قادته في النهاية إلى اختراع الرقاص (البندول) الذي يحتاج له في معرفة الفترات الزمنية اللازمة لرصد الكواكب، كما استعمل الرقاص في الساعات الدقاقة. وبهذا يظهر كذب علماء الغرب بادعائهم أن جاليليو (1564- 1642م) هو مبتكر الرقاص، ولكن ابن يونس اهتدى إلى اختراعه قبل جاليليو بستة قرون (73،83). وكان اسم الرقاص المتداول بين علماء المسلمين آنذاك الموار، وعرف عند

واهتم العرب بحركة القمر، حيث أن حركته كان يتوقف عليها التقويم الإسلامي وكذلك بعض العبادات. لذا اهتم أبو الوفاء البوزجاني بسير القمر واختلاف مسيرته من سنة إلى أخرى. وفي عام 388 هـ اهتدى أبو الوفاء إلى معادلة مثلثية توضح مواقع القمر سماها معادلة السرعة وهذه المعادلة تعالج الخلل الثالث في حركة القمر، ومع ذلك عمد العالم الفلكي الدانمركي تيكوبراهي إلى تضليل الناس بادعائه أنه أول من عرف هذا الخلل في حركة القمر(83).

وكما اهتم العرب بمعرفة قطر الأرض كذلك اهتموا بمعرفة أقطار بعض الكواكب، وكذلك حجومها. لذا نجد أن الفرغاني حدد أن حجم القمر يساوى 0.0256 من حجم الأرض وحجم الشمس يساوى 166 ضعفا للأرض والمريخ يساوى 87510 من حجم الأرض، والمشترى يساوى 95 ضعفا للأرض وزحل يساوى 90 ضعفا للأرض (82). وبمقارنة هذه النتائج مع القياسات الحديثة التي ذكرت أن حجم القمر يساوى 0.0203 من حجم الأرض، وحجم الشمس يساوى 333 ألف مرة من حجم الأرض، والمريخ يساوى 0.15 من حجم الأرض، والمشترى يساوى 1318.7 من حجم الأرض وزحل يساوى 7445‎0 من حجم الأرض (100). نجد أن قياسات الفرغاني مختلفة فيما عدا القمر فكانت إلى حد كبير صحيحة.

ولقد أثارت نظرية البطروجي حول حركة الكواكب حركة علمية عظيمة في ميدان الفلك لأنها زعزعت النظام الفلكي لبطليموس وكذلك كانت المحرك المرئي الرئيسي لإحياء نظرية يودوكسوس (99) التي تخص الأفلاك المشتركة (كما وضحناها في باب الإغريق) والتي تقول: "خلال حركات الأفلاك السيارة المختلفة مع بعضها البعض أدى إلى تكوين مدار واحد فقط لكل منهما". والبطروجي أيضا هو صاحب نظرية الحركة اللولبية للأفلاك (79).

وفي عام 1139م تمكن ابن باجة الأندلسي من رصد كوكب الزهرة وعطارد وهما أمام قرص الشمس، حيث قال البرجندي أن ابن باجة قد أجرى ذات صباح رصدا فوق سطح منزله شاهد خلاله بقعتين على وجه الشمس Solar spots . ولما كانت حساباته قد أظهرت له أن موقعي هاتين البقعتين هما الكوكبان (38).

ويعتبر البيروني أول من أشار إلى وجود جاذبية Gravity تجذب الأجسام من أعلى إلى أسفل، فالشخص الماشي في نظر البيروني غير الشخص المعلق، إذ أن الماشي يدرك أنه في حالة استواء واستقرار، أما المعلق سوف يواجه السقوط إلى أسفل وهذا هو الوضع الثابت حتى وإن احتل أحدهما مكان الآخر، إذ يقول في القانون المسعودى: " أليس أحد المتقاطرين من سكانها كالمستقر على القرار عارف من نفسه حال الاستواء والآخر كالمشدود كرها على السقف يعرف

وكانت مسألة الأبعاد Distances التي تفصل الأجسام السماوية عن الأرض تشكل جانبا هاما في أبحاث العرب الفلكية، لذا اهتموا بقضية اختلاف المنظر Parallax . واختلاف المنظر هو الزاوية بين خطين يصلان إلى نقطة واحدة من مكانين مختلفين، أي الزاوية التي تقابل الخط (القاعدة) الواصل بين مكانين مختلفين عند النقطة المحصورة. ومع ثبات طول القاعدة فإن اختلاف المنظر لنقطة ما يأخذ في الصغر كلما بعدت هذه النقطة عن القاعدة. لذلك يمكن تعيين المسافات بواسطة قياس اختلاف المنظر. ولقد ابتكر غياث الدين الكاشي طريقة جديدة لقياس الاختلافات الظاهرية لمناظر Apparent parallax الكواكب السفلية (أي القمر وعطارد والزهرة) وأنه طبقه على كوكب الزهرة. ويقال أنه لما كان متعذرا رؤية تلك الكواكب في أوجاتها فإنه شرع في سمرقند بالعمل على النحو التالي: فقد أوجد خط العرض والطول لكوكب الزهرة في فترة معلومة أعقبت شروق الشمس بقليل أو بعيد غروب الشمس بقليل ثم قدر الارتفاع الصحيح للكوكب بواسطة القيم الرياضية لخطي الطول والعرض، ثم أوجد بعد ذلك أوج الكوكب من ذلك الارتفاع، وبتثبيت آلة ذات الشعبتين على ذلك الأوج تمكن من قياس الارتفاع الظاهري لكوكب الزهرة، ومن ثم استخلص منه الاختلاف الظاهري لمنظره (38). يقول ايدين صاييلي ، هناك طريقتان لقياس الاختلاف الظاهري لمنظر المذنبات تنسبان لريجيومونتانوس وتقومان على قياسات الارتفاع والأوج من موضعين يشكلان زوايا حادة بالنسبة لخط منتصف النهار، هما في الحقيقة ينسبان لغياث الدين الكاشي (38).

وجدير بالذكر هنا أن نقول أن في المصادر العربية القديمة وردت أسماء الكواكب مشتقة من صفاتها: فزحل مشتق من زحل فلان، إذا أبطأ، سمى بذلك لبطئ السير. والمشترى سمى بذلك لحسنه، كأنه اشترى الحسن لنفسه، والمريخ مأخوذ من الرخ وهو شجر يعض أغصانه ببعض فيرى نارا، سمى بذلك لاحمراره. والزهرة من الزاهر وهو الأبيض النير من كل شيء. وعطارد وهو النافذ في كل الأمور ولذلك يقال أيضا الكاتب فإنه كثير التصرف مع ما يقارنه ويلابسه من الكواكب (75).

ثالثا: مركزية الشمس

نعود مرة أخرى إلى قضية مركزية الشمس بين علماء العرب وكوبرنيكس ونعرض منها ما يلي:-

-يقول على عبد الله الدفاع: "وقد قال ديفيد كينج في مقال نشر في قاموس الشخصيات العلمية أنه ثبت في سنة 1950م أن كثيرا من النظريات الفلكية المنسوبة لكوبرنيكس قد أخذها الأخير من العالم المسلم ابن الشاطر، وفي سنة 1973م عثر على مخطوطات عربية في بولندا مسقط رأس كوبرنيكس كان ينقل منها ويتمثل ذلك لنفسه"(83)

-يعرض ايدين صابيلي (38) ثلاث أمور أولها: "يقول روبرتس فكتور في مجلة ايزيس عام 1957 العدد 48:" مما يلفت النظر أن نظرية ابن الشاطر حول القمر كانت مماثلة لنظيرتها عند كوبرنيكس، وذلك فيما عدا فروقات طفيفة في مقادير متغيرات القيمة، ويصدق مثل هذا التماثل على ميدان الكواكب أيضا.

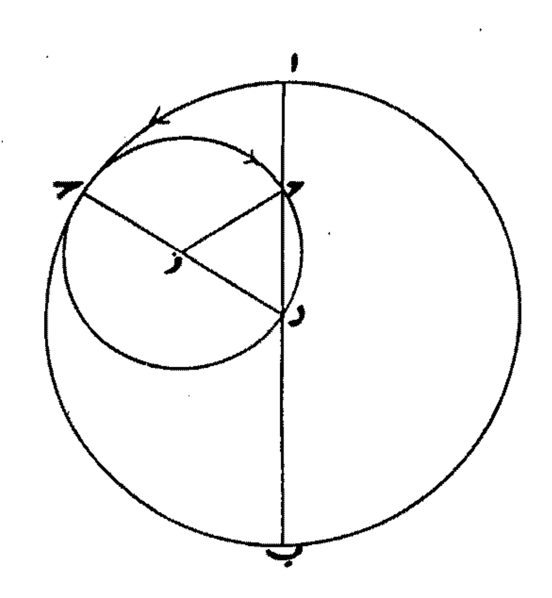
ثانيا: "يقول إي. س. كنيدي وفكتور روبرتس في مجلة ايزيس عام 1959 العدد 50 بعد عقد مقارنة بين ابن الشاطر وكوبرنيكس تبين أن: الأرض كانت مركز الكون عند الأول بينما الشمس هي مركزه عند الثاني. وفي جميع الحالات الأخرى ولاسيما في حال عطارد والزهرة فإن الحلول التي استنبطها كوبرنيكس لمسارات الكواكب في كتابه دورة الأفلاك السماوية تماثل بشكل عجيب نظيراتها عند ابن الشاطر.

ثالثا: يقول نيجوبور Neugebauer في 1957 م: قام كوبرنيكس باستخدام قضية هندسية خطرت على بال نصر الدين الطوسي ، وذلك من أجل تفسير ما يلاحظ من فروقات في القيم الرياضية الكبرى والصغرى لأقصى ابتعاد لعطارد عن الشمس بدون اللجوء إلى الحركة في خط مستقيم، ولكن تفاصيل الصلة بين نصر الدين الطوسي وكوبرنيكس أو كيفية انتقال هذه المعلومة ليست معروفة

-يقول توبي.أ. هاف: "وقد طور الفلكيون والرياضيون العاملون في مرقاب (مرصد) مراغة في غرب إيران وبخاصة ابن الشاطر 1375م النظام البطلمي (أي نظام بطليموس) إلى حد أن أصبح متكافئا رياضيا مع النظام الكوبرنيكي ، مع افتراض مركزية الأرض، أو بمعنى أدق فإن نظام الكواكب لدى كوبرنيكس والذي ظهر بعد 150 سنة من زمن ابن الشاطر إنما كان في حقيقته ازدواجا للنماذج التي طورها فلكيو مراغة أو أقل" (93).

ثم يستعرض توبي عدة أقوال: أولها: " قول أي.س. كنيدي وفكتور روبرتس في مجلة ايزيس 1959 م العدد 50: بأنه في القرنين الثالث عشر والرابع عشر تطور الفكر الفلكي العربي وأدى إلى اكتشاف نظام للأجرام يعادل رياضيا ما توصل إليه كوبرنيكس"

ثانيا: " قول نويل سوردلو Noel swerdlow أن كوبرنيكس استعمل الزوج الطوسي كما فعل فلكيو مراغة، فالنماذج الطولية للأجرام في التعليقات مستنداً إلى نماذج ابن الشاطر بينما الأجرام الأعلى في المدارات تستند إلى نماذج مراغة، أما النماذج القمرية لكوبرنيكس فمماثلة لمدرسة مراغة شكلين (26، 27)، هذا التكافؤ الكامل في النماذج أدى إلى أن يتساءل نويل سوردلو، ليس عما إذا كان، وإنما متى وأين تعلم كوبرنيكس نظرية مراغة". ويعلق توبي. أ. هاف على هذا القول بأنه ليس لدينا أي مستند يفيد أن كوبرنيكس كان على علم بما توصل إليه العرب!!!
وأخيرا يستعرض قول كل من سوردلو ونيجوبور وكذلك جورج صليبا فقد نجح فلكيو مراغة، بل إنه باستثناء النظام الشمسي Solar system لدى كوبرنيكس، فإن التماثل بين نماذج الأجرام في مدرسة مراغة كما عدلها ابن الشاطر والنماذج لدى كوبرنيكس ، أنظر الشكلين (28،29)، كبير إلى حد يمكن القول معه إن كوبرنيكس قد يمكن أن يعد أحد أتباع مدرسة مراغة: "وللأسف يعلق توبي على هذا القول: "ونظرا لعدم وجود

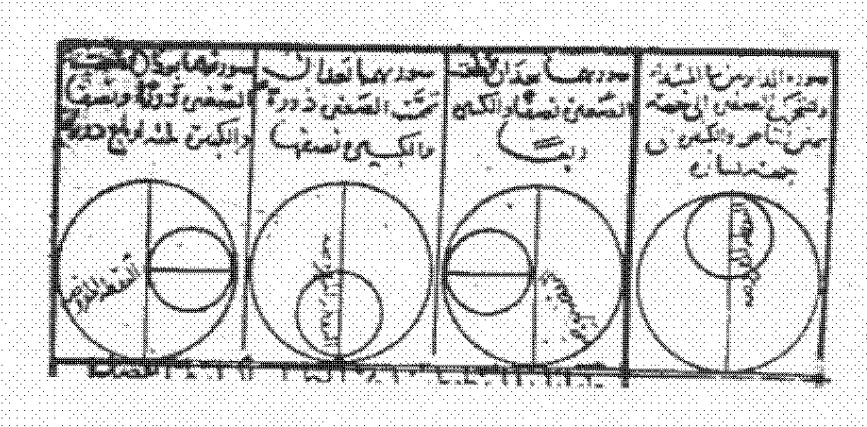


شكل (٢٦) : الزوج الطوسى

استنباط نموذج يمثل حركة الأجرام ، ويتكون من دائرتين ، إحداهما داخل الأخرى ، قطر الصغرى نصف قطر الكبرى ، تدور الصغرى حول محورها عن اليمين ، على عكس الكبرى ، وسرعتها نصف سرعة الصغرى ، ومن ثم فإن النقطة د تبقى بين أ ب ، وتبدو كما لو كانت تتحرك في خط مستقيم .

(نقلاعن كتاب التذكرة لنصير الدين الطوسي
المجلد الثاني - القسم الخامس - الفصل ١١ ص ٩٥ - ٩٦)

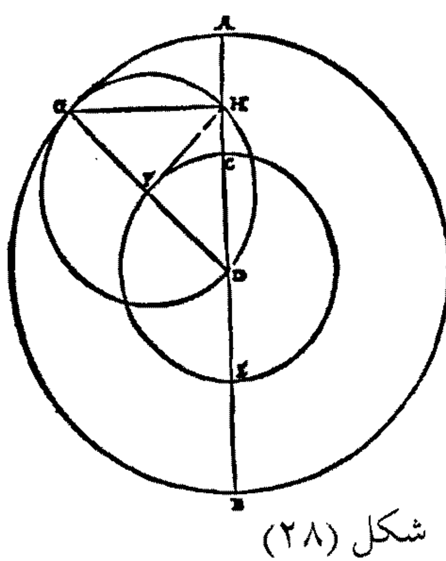
مستندات تتعلق بابن الشاطر ومدرسة مراغة وصلتها بكوبرنيكس فمن الممكن أن يكون الزوج الطوسي وسائر الابتكارات قد توصل إليها كوبرنيكس مستقلا تماما وهذا دليل على أثر العوامل السوسيولوجية في التلقائية لدى كليهما" !!!



شكل (٢٧)

الزوج «الطوسي» في حركته لبيان أثر دوران الكواكب وفقا لنموذج الزوج الطوسي ، نقطة البدء هي أعلى نقطة تماس الدائرتين في الرسم على اليمين ، تعبر الدائرة الصغرى عن دوران الكوكب حول نفسه إلى اليمين بينما تعبر الدائرة الكبرى عن الدوران إلى اليسار .
يترتب على هذا أن تقع الدائرة الصغرى دورة ونصفا بينما لم تقطع الكبرى الا ٣/٤ ، وحينما يتم ذلك على مسافات بعيدة فإن قطري الدائرتين يصبحان رأسيين متوازيين متقاربين .
نقلا عن كتاب نصير الدين الطوسي «التذكرة في علم الهيأة»

-يقول جورج صليبا: "إن المخطوط القمري لابن الشاطر، شأن مخططات بقية الكواكب، ينطلق من موقفه من إلغاء نظام الدوائر غير المتراكزة. وفي ضوء هذه الإستراتيجية، رأى ابن الشاطر أنه لا يستطيع التساهل مع آلية بطليموس المتناقضة التي أورثت إشكالات في المقام الأول. وكان مخططه - أي ابن الشاطر- متطورا كثيرا على مخطوط بطليموس. مع إن هذه النتيجة ربما كانت أحاديا المسائل الرئيسية التي جعلت هذا المخطوط موضع اهتمام كوبرنيكس، لأنه استعمل الأبعاد نفسها في كتابه De revolutionibus ، إلا أنها ذكرت بصورة عابرة عند ابن الشاطر الذي كان يعرف ولاشك فوائد مخططه (80).



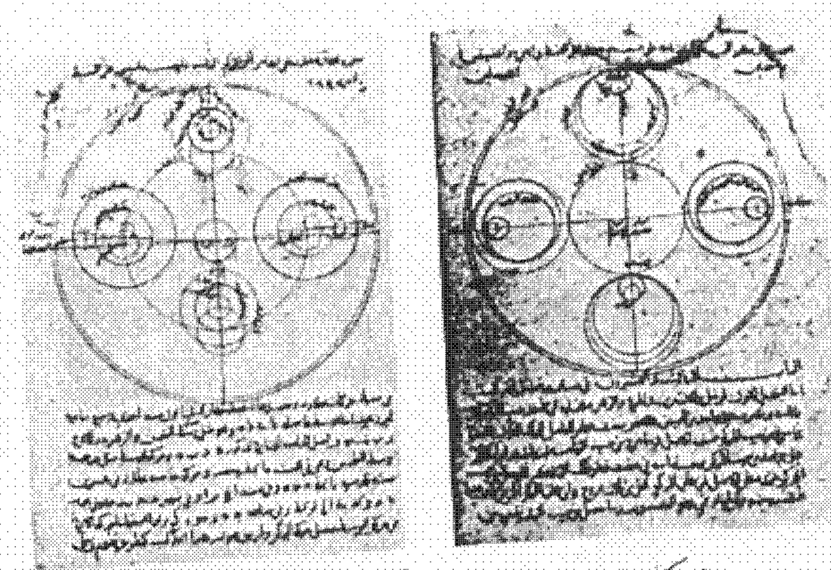
شكل (٢٨)

نموذج لحركة الأجرام من الطبعة الأولى لكتاب كوبرنيكوس «في مدارات الأجرام السماوية عام ١٥٤٣، يشتمل الرسم على «الزوج الطوسي GHD داخل الدائرة ABC وذلك في الكتاب الثالث الفصل الرابع من كتاب كوبرنيكوس، تدل مناقشة كوبرنيكوس في رأي مؤرخي العلم على أنه لابد أن يكون قد اطلع على مخطوطة عربية متضمنة للزوج الطوسي، وقد لاحظ مؤرخ العلم ويلي هارتنر Willy Hartner نفس الحروف من أعلى إلى أسفل (A,H,D,B) في الرسم البياني لكوبرنيكوس وفي زوج الطوسي في كتابه «التذكرة» (في مكتبة جامع السليمانية باسطنبول، لم يكشف باحث عن كيفية توصل كوبرنيكوس إلى المخطوطة العربية، فهل توصل إليها أم توصل إلى اكتشافه مستقلا؟

نقلا عن مجلة ايزيس Isis ٦٦ رقم ٢٣٢ لعام ١٩٧٣ باذن من مطبعة جامعة شيكاغو.

-وفي هذا الإطار جاء في قاموس القرون الوسطى الصادر باللغة الإنجليزية عن علم الفلك الإسلامي مايلي:

في مشرق العالم الإسلامي كتب عالم دمشقي يدعى مؤيد الدين العرضي في النصف الأول من القرن الثالث عشر رسالة كاملة مكرسة لإصلاح فلك بطليموس، وفي الفترة نفسها تقريبا ألف الطوسي كتابين أحدهما بالفارسية والآخر بالعربية، لم يتعرض فيها



شكل (٢٩) : محور الكوكب عطارد

يوضح هذان الرسمان كيف نجح ابن الشاطر لأول مرة في أن يحدد المسار الدائري لكوكب «عطارد» وفقا لطبيعيات ارسطو، وتقوم نماذج ابن الشاطر على أساس مركزية الأرض ولكن حسب سمت الفلك العربي.

نقلا عن كتاب نهاية السول لابن الشاطر
صورة مأخوذة من مكتبة بودلين باكسفورد

لنقد بطليموس فحسب، بل قدم بدائل جديدة أيضا لبعض مخططات الكواكب تلافي فيها معظم عيوبها، في مناقشة المخطط القمري، طرح نظرية رياضية جديدة، تعرف الآن بثنائية الطوسي، استخدمت فيما بعد من قبل الفلكيين بمن فيهم كوبرنيكس.

وطرح قطب الدين الشيرازي من العاملين في مرصد مراغة الذي أسسه هولاكو في 1259م مخططا مهما لحركة عطارد.

وفي القرن الرابع عشر تلافي ابن الشاطر الأخطاء التي ارتكبها مصلحو بطليموس السابقون، ولفت الاهتمام إلى الجمع بين النظرة الفلسفية والأرصاد وقدم أول مخطط واقعي لحركة القمر. إن هذه المحاولات في إصلاح فلك بطليموس، ليست كلها خالية من الصلة بالثورة الكوبرنيكية. ليس فقط لأن كوبرنيكس، كانت تحركه الاعتبارات نفسها، بل إن البحث الحديث أظهر أن مخطط

-وجاء أيضا في هذا القاموس في الفصل الموسوم بالتراث العلمي العربي المدون بالعبرية بقلم برنارد جولد شتاين مايلي: "هناك نسخة ترقى إلى حدود 1500م (لعلها كتبت في مكان قريب من البندقية) عن نسخة عبرية مجهول كاتبها حول جداول أولغ بك، توجد ضمن مخطوطات المكتبة الوطنية في باريس. هذه النسخة المأخوذة عن نص مؤلف في منتصف القرن الخامس عشر تتسم بأهمية خاصة، ذلك أنها تثير احتمال أن تكون بعض الأبحاث الفلكية في المشرق الإسلامي، لعل من بينها مخططات ابن الشاطر للقمر والكواكب، قد وصلت إلى الفلكيين الأوربيين عن طريق وسطاء عبريين. وقد لوحظت حتى الآن مشابهات بين ابن الشاطر وكوبرنيكس، لكن وسائط الصلة لم تحدد" (80).

ومما سبق يتضح لنا مدى وكيفية تعامل علماء الغرب مع أهم الإنجازات الفلكية العربية الإسلامية، فمنهم من قال صراحة أن كوبرنيكس قد انتحل هذه الإنجازات ومنهم من أخذ يدور حول القضية ومنهم من ذكر الانتحال ولكن بتعليقه حاول أن يقوض الحقائق القائلة بالانتحال.ولذا وجب على أن أذكر كيف وأين تعلم كوبرنيكس حتى يمكن أن أضع أحد النقاط التي يمكن أن تصل بنا إلى الحقيقة.

-كوبرنيكس مواطن بولندي عاش في الفترة ما بين (1473-1543م)، وقد درس في مستهل حياته القانون والطب، إلا أن شغفه الرئيسي تركز في الرياضيات والفلك، ولذا عزف عن موضوعي دراسته الأولى (70).ولقد بدأ كوبرنيكس دراسته في جامعة كاراكاو في عام 1491م، وكانت عاصمة لبولندا في ذلك الوقت. تعلم كوبرنيكس بهذه الجامعة الفلسفة والفلك والهندسة والجغرافيا، على يد البرت برود زوسكى الذي كان قد صنف تفسيرا لكتاب برباخ في فلكيات بطليموس. ثم ترك كوبرنيكس كارا كاو عام 1494م قبل أن يتم علومه وقبل أن يحصل على أية شهادة منها. وطابت نفسه إلى استكمال دراسته في إيطاليا، فكانت جامعة بولونا أول جامعة التحق بها حيث درس القوانين الدينية، غير أنه كان كلفاً بالرياضيات والفلك فداوم على مصاحبة أستاذ الفلك فيها وهو دمينيكو ماريادى نوفارا (99). لم يكن كوبرنيكس على أية حال، راصدا بما يتطلبه عمل المرصد، فقد كان بالدرجة الأولى رياضيا، ومن هنا أنصب عمله على النمذجه (70). لذا فقد خرج على الناس بكتاب الحركات السماوية وضع فيه جواب عن تساؤلات فلكية متواترة تقول إن الأرصاد المتتابعة على مر العصور لا تتفق مع نظام بطليموس الشمسي الذي جعل الأرض مركز

ولم تأت نظرية كوبرنيكس بقيم صحيحة إلا بعد 80 سنة من وضعها عن طريق كبلر الذي افترض أن المدارات لابد أن تكون اهليجية (بيضاويه)، وهذا هو الذي أثبته ألبتاني من قبل.

وبهذا يقول الغرب أن كوبرنيكس كان أول من وضع نظرية فلكية تتفق مع الأرصاد. وثمة مجال آخر للقول بأن ابن الشاطر المؤقت الدمشقي قد سبق كوبرنيكس إلى هذه النظرية، وإن كوبرنيكس استوحى فكرتها منه.

والذي يعضد هذا القول في نظري عدة أسباب:- أولها: أن كوبرنيكس لم يذكر المراجع العلمية التي اعتمد عليها في كتابه "حركات الكرات السماوية"، ولكننا سنذكرها هنا اعتمادا على أنها كانت المراجع الأساسية التي بنيت عليها الدراسات بجامعة بولونا (التي كانت مركزا مشعا لدراسات الفلك بعد رحلة ماجلان حول الأرض عام 1519م) فاستقى منها بحوثه وهي (99):

كتاب الهيئة للبطروجي الذي كان يعرفه الغرب باسم Alpetrgius . وهو الذي قام بترجمته ميشيل سكوت في طليطلة عام 1217م ونشره في بولونا عام 1220م، كما ترجم كتاب السماء والعالم لابن رشد، كان سكوت لاهوتيا متأثرا بمذهب الأفلاطونية المحدثة وقد وسع نظام الكون فيما يتعلق بمركزية الشمس للمريخ والمشترى.

تحرير المجسطي للخوجة نصر الدين الطوسي الذي ترجم من العربية إلى اللاتينية، ثم أعيدت ترجمة المؤلف الأصلي لبطليموس من الإغريقية بواسطة جورد طريبيزون عام 1515م وطبعت النسخة الأصلية مع تعليقات تيد السكندري في مدينة بال بسويسرا عام 1538م.

كتاب أصول الفلك لابن كثير الفرغاني المعروف عند الغرب باسم Alfraganus وكان تأثيره محسوسا في الكوميديا الإلهية لدانتي الجيري، ثم أعيد طبعه ثانيا في نورمبرج عام 1537م، وكان مرجعا كبيرا لعلم الفلك حتى عصر ريجيومونتانوس تلميذ برباخ. حيث أن ريجيومونتانوس قد جمع كل ما استطاع جمعه من مخطوطات إغريقية وعربية في الفلك أمكنه الحصول عليها من إيطاليا وذهب إلى نورمبرج.

مجادلات نيقولاس الأورزمي العالم الباريسي في القرن الرابع عشر، الذي ناقش فيها من الوجهة الميتافيزيقية دورات السماوات، ونادى بأنها ما هي إلا وهم وسراب، وأن جميع أنواع

كتاب الجهل العلمي الذي ظهر في القرن الخامس عشر للكاردينال نيقولاس الكوزي ، وفيه ينادى بأن الكرة الخارجية للكون تستمد حركتها من الله، اعتبر أن حدا فاصلا للكون والفضاء، فكيف إذا وقفنا تحتها وأطلقنا سهما نحوها فما الذي يحدث، هل يرتد السهم ثانيا أم ينطلق نهائيا بغير رجعة؟ أن الكون غير متناه، لا مركز ولا محيط له، ثم يستطرد في البرهان على أن الأرض لها حركة دورانيه Rotation وليس لها حركة انتقالية Movement، وأن الحركة بمعناها الفيزيقي نسبية، ولا يمكن اختيار نقطة ما في الكون لاعتبارها مركزا له، ثم افترض بأنه يوجد في مستوى خط الاستواء قطبان تدور حولهما الأرض مرة كل أربع وعشرين ساعة، أما الكرة السماوية للنجوم الثوابت ففي زمن أقل، تفسيرا لمبادرة الاعتدالين ، وأوضح دورة الشمس في السماء.

يقول خوان نيرنيت وخوليو سامو بعنوان تطور العلوم العربية في الأندلس في قاموس القرون الوسطى: "... ونقرأ عن الزرقالي أنه أمضى خمسا وعشرين سنة من عمره في الأرصاد الشمسية، أولا في طليطلة ثم في قرطبة. ودون نتائج أرصاده هذه في نص حول النظرية الشمسية لم يصلنا، إلا إن بعض فقرات منه موجودة في مصادر أخرى. ونعلم من خلالها أن الزرقالي حدد موضع نقطة أوج الشمس وحركتها التي تعادل درجة واحدة كل 279 سنة، كما صمم مخططا شمسيا بالاستناد إلى دائرة متحركة غير مرتكزة، وهذا المخطوط نفسه الذي استعمله كوبرنيكس بعد ذلك بقرون" (80).

ثانيا: يقول أحمد سعيد الدمرداش: "الأول وهلة عند قراءة كتاب حركات الكرات السماوية (لكوبرنيكس)، الذي يتألف من ستة أجزاء، لا يستطيع المرء أن يفرق بينه وبين كتاب تحرير المجسطي لنصر الدين الطوسي، الذي يتألف من ثلاث عشرة مقالة، ومائة وواحد وأربعين فصلا، ومائة وستة وتسعين شكلا. وإن جداول حركات أوساط القمر وجداول الاختلافات الجزئية وجداول اختلافات مناظر النيرين في دائرة الارتفاع، وجداول الاجتماعات والاستقبالات، فتكاد تكون نقلا، ذلك لأن كوبرنيكس لا يعقل أن يقوم بكل هذه الأرصاد التي أخذت من الزمن البشرى آلافا من السنين قبله". والذي يؤكد ذلك أن كوبرنيكس لم يكن راصدا جيدا. وكذلك نرى أن تفسير كوبرنيكس للحركة التقهقريه للكواكب يطابق إلى شكل كبير رأى الفرغاني الذي ذكره في الفصل الخامس عشر من مخطوطة" جوامع علم النجوم وأصول الحركات السماوية" الذي طبعت ترجمته اللاتينية بمعرفة يحيى الأشبيلي عام 1493م (99).

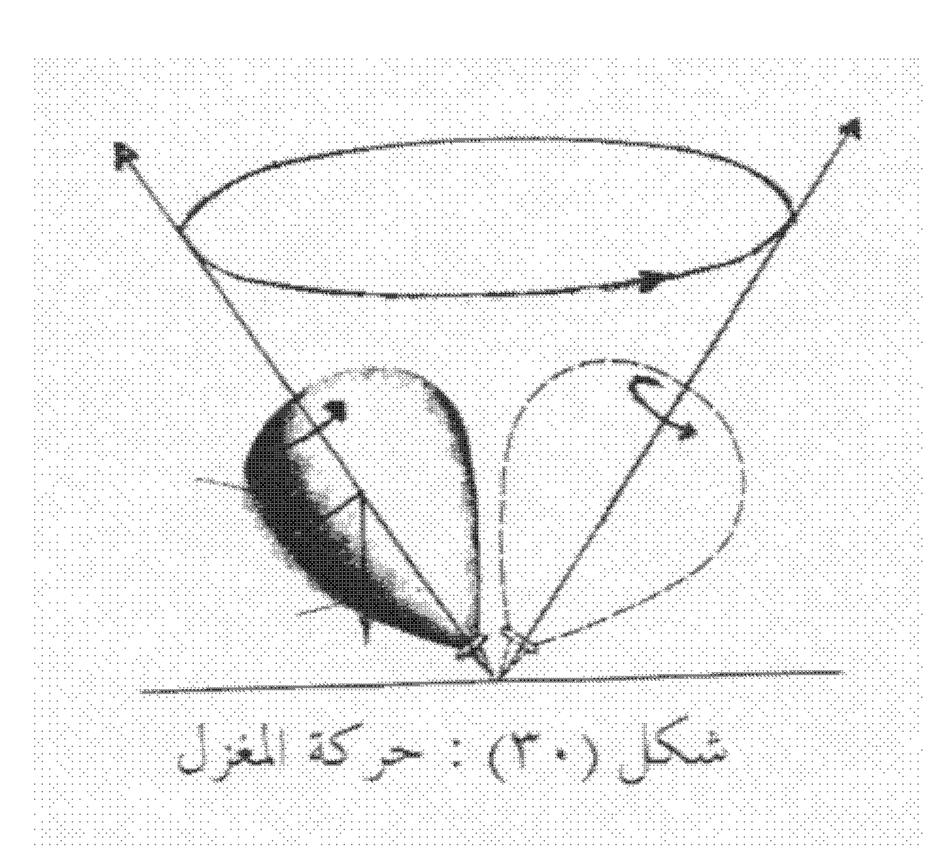
ثالثا: يقول على عبد الله الدفاع: "طلب منه (أي ابن الشاطر) الخليفة العثماني مراد الأول الذي حكم الشام في الفترة ما بين (761- 791هـ) أن يصنف له زيجاً يحتوى على نظريات فلكية ومعلومات جديدة، فألف ابن الشاطر للخليفة الزيج الجديد الذي قال في مقدمته: إن كلا من ابن الهيثم ونصر الدين الطوسي وغيرهما من علماء المسلمين قد أبدوا شكوكهم في نظريات بطليموس الفلكية ولكنهم لم يقدموا تعديلا لها" (82)

وكما قلنا سابقا أن إيلاما سرش قد جلب معه خلال رحلته من اسطنبول إلى بالى كتبا عربية وكذلك ريجيومونتانوس. وبالتالي يمكن القول من أولا وثانيا وثالثا بأن كوبرنيكس قد أخذ الأعمال العلمية العربية ونسبها لنفسه.

9- تدقيق حركة المبادرة الاعتدالية:-

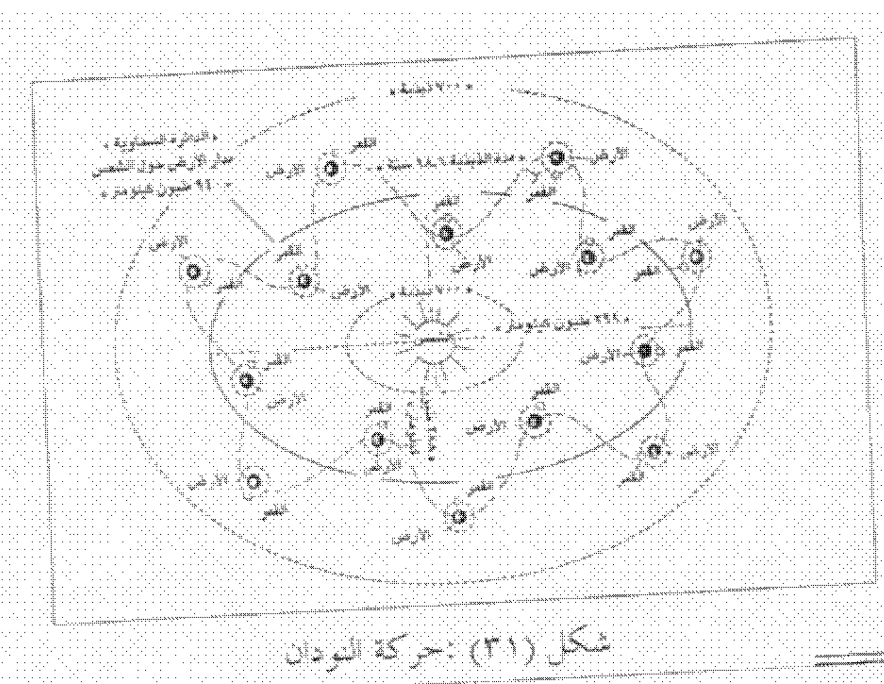
تمكن العالم الإغريقي هيبارخوس، الذي عاش في النصف الثاني من القرن الثاني قبل الميلاد، من الكشف عن ظاهرة مبادرة الاعتدالين Precession (أي أن نقطة تقاطع خط الاستواء السماوي مع دائرة البروج، مسار الأرض حول الشمس السنوي غير ثابتة، عندما قارن بين الأرصاد التي قام بها للحصول على أطوال النجوم (التي تعرف اليوم بالمطلع المستقيم للنجم) والأرصاد التي قام بها علماء الفلك من قبله مثل طيموكارس الذي عاش في النصف الأول من القرن الثالث قبل الميلاد. فوجد أن هناك فارقا بين أرصاده وأرصاد طيموكارس بلغت في مدى يتراوح من 154 سنة قبل الميلاد إلى 16سنة قبل الميلاد إلى ما يساوى 43.4 ثانية إلى 48.6 ثانية سنويا. أما أرصاد بطليموس قدرتها بـ 36 ثانية في العام. وقد فسر هذه الظاهرة علماء الإغريق بأن نقطة الاعتدال الربيعي التي يقاس منها أطوال النجوم تبادر إلى ملاقاة الشمس عند دورتها السنوية. ولقد وجد بطليموس أن النجوم تقطع في كل مائة سنة درجة واحدة من فلك البروج، كما يسفر عن ذلك تصفح المقالة السابعة في كتاب المجسطي ، وتمام الدورة إنما يحصل في 3600 سنة (81) ولقد جاء علماء العرب وراقبوا تلك الحركة، فوجدها الصوفي درجة كل 66سنة ، أي 54.545 ثانية في السنة (87). وتمام هذه الدورة بحساب الصوفي تحصل في 23760 سنة.

نعود الآن إلى تفسير هذه الحركة فنقول: أن الأرض ليست كاملة التكور Slightly oblate ، حيث أن قطرها الاستوائي يزيد عن قطرها القطبي بحوالي 21 كم، وبالتالي يمكن تشبيه الأرض بشكل مجسم دوار يمكن تصوره كما لو كان مكونا من كرة وطوق سمكة عند خط الاستواء حوالي 21كم. وبسبب ميل مستوى الاستواء السماوي على مستوى البروج بحوالي 23 درجة و27 ثانية فإن قوتا جذب الشمس والقمر تعملان بعزم دوران على إدارة مستوى الاستواء ناحية مستوى



شكل (٣٠) : حركة المغزل

وتبعا لقوانين الحركة فإن محور المغزل لا يتبع عزم الدوران المؤثر وإنما يحيد عنه بزاوية يمينية، وبذلك يصنع محور الدوران الأرضي مخروط مزدوج يسمى مخروط Precessional cone السبق أو المبادرة، كما في شكل (7 من الباب الأول) ترتكز قمته في منتصف الأرض ويتعامد محوره الثابت على مستوى البروج، ونصف زاوية فتحته تساوى الميل البروجي أي 23 درجة و27 ثانية. ومع تغير محور دوران الأرض يتغير كذلك مستوى خط الاستواء حيث أن الأخير دائما عمودي على الأول. وينشأ من ذلك انتقال في نقطتي الربيع والخريف. إن ما يحدث بفعل الشمس والقمر من زحزحة في نقطتي الربيع والخريف على دائرة البروج في اتجاه عكس الدوران الظاهري السنوي للشمس يسمى بالسبق أو المبادرة الشمس قمري، وتقدر قيمته بحوالي 50.40 ثانية في العام منها 30 ثانية راجعة لفعل القمر وحده بسبب قربه الشديد من الأرض. وهناك انتقال آخر أظهرته نظرية النسبية يسمى السبق المساحي وقيمته سالب 0.02 ثانية لكل عام. وتبعا لكل ما


شكل (٣١) :حركة النودان

والسبق الشمس قمري والسبق الكوكبي يكونان معا ما يعرف بالسبق العام، أي الانحراف الفعلي لنقطة الربيع فوق البروج المتحرك. ولما كانت الإزاحتان لا تحدثان في اتجاه واحد فإن قيمة السبق العام تبلغ فقط 50.26 ثانية في العام. وبمقارنة نتائج الصوفي والعلم الحديث وبطليموس نجد أن الصوفي أقرب إلى الصحة من قيمة بطليموس رغم الأجهزة البدائية التي استخدمها.

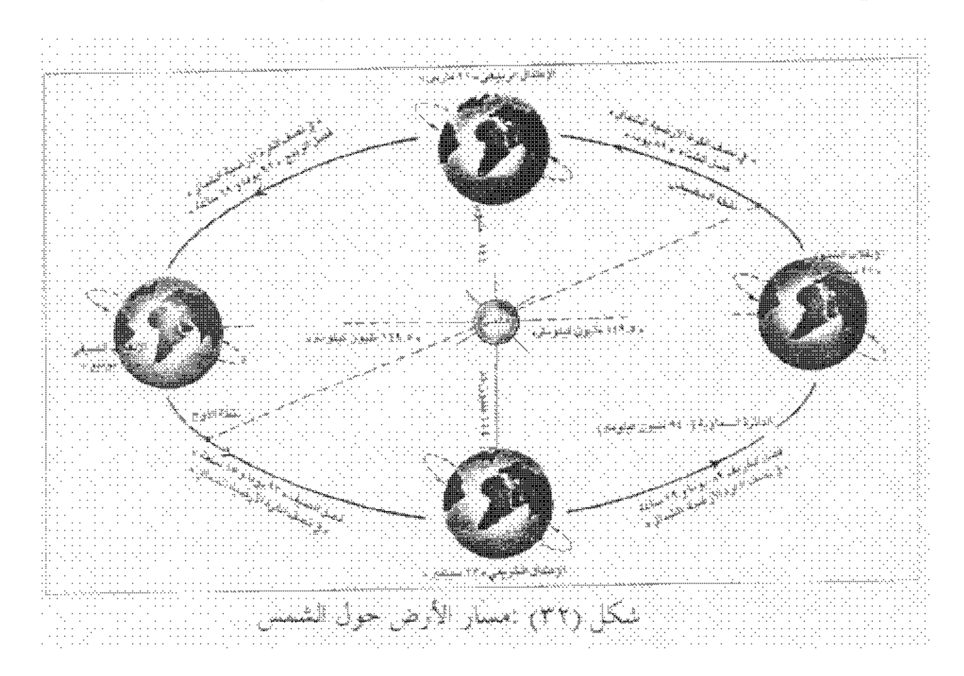
ونتيجة للتأثيرات السابقة على حركة الأرض، فإن النجم القطبي الذي تدور حوله النجوم اليوم لم يكن هو نفس النجم التي كانت تدور حوله منذ آلاف السنين، كما ذكرنا في فلك أهرامات الجيزة سابقا، ولن يظل هذا النجم قطبا للسماء على مر الدهور الطويلة بل سيتغير ويأتي نجم آخر يقع عند القطب ولو أن ترتيب النجوم بالنسبة لبعضها البعض سيظل على حاله. ففي عام 4000 سيكون النجم جاما قيفاوس النجم القطبي إن شاء الله، بينما في عام 16000 سيكون نجم النسر الواقع النجم القطبي.(61)

10- حركــة الأوج:-

أن الأوج Aphelion هو أبعد المواقع السماوية بين الشمس والأرض في حركتها الظاهرية حول الأرض. وتعتبر حركة الأوج هذه من أروع ما أثاره علماء العرب وبحثه في علم الفلك، بل وتتجلى أهمية إجراء التجارب عندهم انطلاقا من منهجهم القائم على الشك. إذ كان من المعتقد منذ عهد بطليموس حتى العرب اقتناعا برأيه في أن الأوج غير متحرك. ونتيجة لأرصاد ألبتاني الدقيقة واسعة المدى، اكتشف ألبتاني خطأ بطليموس في اكتشاف حركة الأوج للشمس حيث وجده قد تغير عما كان عليه بطليموس بمقدار 16 درجة، و47 دقيقة. وقد أقام أيضا ألبتاني الدليل على تبعية حركة الأوج لحركة المبادرة الاعتدالية (26). ولقد كان المقدار الذي أثبته الزرقالي يقدر بـ 12.09 ثانية في السنة وهو مقدار قريب من المقدار الحديث 11.46 ثانية في السنة، أي أن أوج الشمس يتحرك بمقدار درجة واحدة كل ثلاثمائة سنة تقريبا. ولذلك نقول أن الزرقالي (1029-1087م) أول الذين وصلوا إلى أدق نتيجة لحركة الأوج (13)، بعد أن قام برصد الشمس 402 مرة لتعيين البعد الأبعد للشمس (75).

نعود ونقول كيف عرف علماء العرب أن الأوج متحرك وما هو تأثيره. يقول البيروني في القانون المسعودى: "فأما أرصاد المحدثين في هذا الباب... وأحكي ما وصل إلى من ذلك بإجمالي ومنها ما حكاه أبو جعفر الخازن في تفسيره للمجسطي أن خالد المروزي وعلى بن عيسى الحراني وسند بن على قاسوا ببغداد في سنة مائتين واثنتين عشرة ليزد جرد فوجدوا أزمان الربيع 93 يوم و 54 ساعة و 35 ثانيه والصيف 93 يوم و 9 ساعات و 20 ثانيه ... وفي كتابه سنة الشمس لبنى موسى وربما نسبا إلى ثابت بن قرة أن هذه الربيع وجدت ببغداد في سنة مائتين وإحدى ليزدجرد 93 يوم و 40 ساعة ... والصيف 93 يوما وساعتين و 30 ثانية... ثم وجد ألبتاني بالرقة في سنة إحدى وخمسين ومائتين ليزدجرد الربيع 93 يوما و 35 ساعة والصيف 93يوما وساعة و 52 ثانية.

والبيروني وجد بالجرجانية من خوارزم في سنة خمس وثمانين وثلاث مائة ليزدجرد مدة الربيع 93 يوما و 28 ساعة والصيف 93 يوما و 8 ساعات ... فإذا سلكنا ما تقدم يتضح أن أوج الشمس متحرك وأن الأمر فيه. بخلاف ما ظهر لبطليموس (76) ومما سبق يظهر لنا أن مدة الفصول غير متساوية على مر العصور، شكل (32)


شكل (٣٢) :مسار الأرض حول الشمس

11- التسميات العربية للنجوم والأبراج:-

نتيجة لجهد العرب الدؤوب واكتشافاتهم الفلكية دخلت كلمات عربية إلى اللغة اللاتينية سواء منها الكلمات المتداولة على الألسن أو الكلمات الفنية، أما مباشرة من اللغة العربية أو عن طريق اللغات المشتقة من اللاتينية مثل الأسبانية والفرنسية والبرتغالية والإيطالية والألمانية. وقد ذكر العلماء أن هناك ما يقارب 210 كلمة عربية في اللغة الإنجليزية والتي تدور على ألسنة الناس يوميا. وحوالي ألف كلمة من أصل عربي وعدة آلاف من مشتقاتها (83)، كما أن معظم النجوم المعروفة اليوم تحمل اسما عربيا (102). وجداول (6)، (7)، (8) توضح بعض الكلمات العربية الموجودة في اللغة الفرنسية والإنجليزية والألمانية.

جدول (6)
كلمات مأخوذ من قائمة المصطلحات الفلكية في قاموس
(فرنس - عربي) للمنظمة العربية للتربية والعلوم والثقافة

الكلمة باللغة العربية	الكلمة باللغة الفرنسية
الدبران (نجم في كوكبة الثور)	Aldebaran
راس الغول	Algole
الردف (نجم في كوكبة النسر)	Al-Ridfe
الطائر (نجم)	Al-Tair
السمت	Azimut
قنطورس	Centaure
الدلفين (كوكبة)	Dauphin
الذنب	Deneb ou Denebola
الأعزل (نجم)	El Azel
فم الحوت	Fomalhaut
قطعة الفرس (نجم)	Kitalpha
منكب ذي العناني	Menkalinan
النظير	Nadir
رجل الجوزاء	Rigel
الثور	Taureau
سمت الرأس	Zenith

جدول (7) :كلمات فلكية مأخوذ من: قاموس لمحمد رضا مدور في مجلة اللسان العربي لجامعة الدول العربية 1969.التراث العربي العلمي في الرياضيات والفلك لقدري طوقان. أثر علماء العرب والمسلمين في تطوير علم الفلك لعلى عبد الله الدفـاع.

الكلمة باللغة العربية	الكلمة باللغة الإنجليزية
أخر النهر	Acher Nahr
عين الرامي	Ain
الشولة	Alasha
السبا	Alchiba
الدبران	Aldebaran
الجنب أو مرفق الثريا	Algenib
الجبهة	Algieba
الغول	Algol
الغراب	Algorab
الهنعة	Alhena
القائد	Alkaid
القفزة الثانية	Al Kaphrah
القطر بوس	Alkaturops
الكأس	Alkes
الفكة	Alphacoa
الفرد	Alphard
الفرق	Alphirk
الشماريخ	Alshamarish
النسر الطائر	Altair
سرطان الطرف	Al tarf
الزبرة	Alzubra
عرقوب الرامي	Arkab
عرش الجوزاء	Arsh

Alderavin	الذراع اليمنى
Acrab	العقرب
Aladra	العذراء
Azimuth	السمت
Alidad	العضادة
Alamcantar	المقنطر
Almury	المرئ
Almuten	المعتز
Alnasl	النصل
Auge	أوج
Azimeck	السماك الأعزل
Benetnasch	بنات نعش
Betelgeuse	منكب الجوزاء
Carina	القرنيـــــة (كوكبــــة نجومية)
Caph	الكف الخضيب
Chileb	كلب الراعي
Cursa	كرسي الجوزاء
Dabih	سعد الذابح
Deneb al delphinns	ذنب الدلفين
Deneb El gedi	ذنب الجدي
Deneb El okab	ذنب العقاب
Duhr	ظهر الأسد
Deneb	الذئب
El-Nath	الناطح
Etanin	التنين
El Rakis	الراقص

Enif	أنف الفرس
El Rai	الراعي
Famul- hout	فم الحوت
Heyleg	هيلاج
Ichlil	الإكليل
Kiffa australis	الكفة الجنوبية
Kiff borealis	الكفة الشمالية
Lyra	اللورا
Merkab	مركب الفرس أو متن الفرس
Menchib	منكب الثريا
Merak	المراق أو بطني الحوت أو جنب السلسلة
Mintaka	منطقة الجبل
Mirak El Izar	مراق الأزار أو المؤزر
Mirzam	مرزم الجبار
Muphride	المفرد
Menkelina	منكب ذى العنان
Nihal	النهال
Nadir	النظير
Perseus	برشاوش
Ras al Asad	رأس الأسد
Ras al Gethi	رأس الجاثي
Ras al Hague	رأس الحواء
Rigil	رجل الجبار-الرجل
Ru ckbah	ركبة ذات الكرسي
Regulus	رجل الأسد
Sadr	صدر الدجاجة
Schedir	صدر ذات الكرسي
Sheratan	الشرطان
Saad El melik	سعد الملك

Saad saoud	سعد السعود
Saif	سيف (سيف الجبار)
Tarazed	ترازاد
Taurus	الثور
Thuban	الذئبان
Tauri	قرن الثور
Vega-Weg	النسر الواقع
Vega	الواقع
Zenith	سمت الرأس
Zawa Alawwa	زاوية العواء
Centaurus	قنطورس
Cepheus	فيفاوس
Cetus	قيطس
Ahamal	الحمل
Mizar	المئزر
Menkar	المنخر
Batn Kaitos	بطن القيطس
Alwaid	العوائذ
Zaurac	نير الزورق
Deneb Alecth	ذنب الليث
Arneb	الأرنب
Zabeu El hakrabi	زبانا العقرب
Sheliak	الشياق

جدول (8)
مأخوذ من كتاب شمس العرب تسطع على الغرب لهونكة

الكلمة العربية	الكلمة بالألمانية
الجبر	Algebra
الخوارزمية	Algorithmus
العضادة	Alhidade
القبة	Alkoven
المجسطي	Almagest
المناخ	Almanach
المقنطرات	Almugantarat
السمت	Azimut
رياح الخماسين	Chansin
موسمية (الرياح الموسمية)	Monsun
النظير	Nadir
ريح السموم	Samum
سمت	Zenit

المدخل الثامن: العالم يعترف بفضل العرب والمسلمين:

لقد اعترف العالم بفضل علماء العرب والمسلمين رغم أنف المستشرقين المتعصبين وغيرهم ممن تبعوهم من العرب في نفس الفكر والمنهج، عندما رسمت خريطة القمر وأطلقت على تضاريسه وفوهاته البركانية وأماكنه البارزة أسماء أعلام من مختلف الأمم والعصور، ممن ساهموا في تطور العلم الفلكي والعلوم الكونية الأخرى. فنجد في قائمة هذه الأسماء خمسة عشر اسما عربيا فلكيا هم:

ثابت بن قرة:-

ولد في حران عام 219 هـ وكان من الصابئة. وتوفي عام 288هـ، ثم انتقل إلى كفر توما فالتقى هناك بالخوارزمي، الذي أعجب بذكائه واصطحبه معه إلى بغداد حيث أوصى به للخليفة المعتضد فأدخله في جملة المنجمين. كان ثابت من الذين تعددت نواحي عبقريتهم فنبغ في الطب والرياضيات والفلك والفلسفة. ووضع في هذا كله وغيره مؤلفات جليلة. ودرس العلم للعلم وشعر باللذة العقلية، فراح يطلبها في الرياضيات والفلك فقطع فيها شوطا بعيدا وأضاف إليها ومهد إلى إيجاد أهم فرع من فروع الرياضيات وهو علم التفاضل والتكامل وذلك عن طريق إيجاده لحجم

ولثابت أرصاد حسان قام بها في بغداد وجمعها في كتاب يبين فيه مذاهبه في سنة الشمس وما أدركه بالرصد في مواضع أو جها ومقدار سنيها وكمية حركاتها، فقد استخرج حركة الشمس وحسب طول السنة النجمية فكانت أكبر من الحقيقة بنصف ثانية فقط وحسب ميل دائرة البروج وقال بحركتين مستقيمة ومتقهقرة لنقطتي الاعتدال (59).وكان ثابت من أعظم المترجمين حيث نقل كثيرا من المؤلفات إلى العربية وأصلح الترجمة العربية لمجسطي بطليموس. وأختصر المجسطي أيضا اختصارا لم يتوفق إليه غيره، لتسهيل قراءته وله كثير من المؤلفات لا يتسع المجال إلى ذكرها هنا ولمن يرغب الإطلاع عليها أن يرجع إلى كتاب طبقات الأطباء لابن أبى إصبعه (59).

ألبتاني:-

هو أبو على محمد بن جابر بن سنان ألبتاني، كان صابئا من حران. ولد قبل سنة 244هـ، ثم اعتنق الإسلام.وعاش معظم حياته في الرقة حيث بدأ هناك أرصاده الفلكية. وتوفي سنة 317هـ. ويعده المسعودى من أعظم الفلكيين في الإسلام ويتضح ذلك من أنه وضع جداول فلكية على مستوى كبير من الأهمية والإتقان حتى صارت منتشرة في جميع الأقطار. وهو أول من سخر علم حساب المثلثات لخدمة الفلك وأول من أدخل الجبر على حساب المثلثات بدلا من الهندسة. وأهم إنجازات ألبتاني العلمية، ابتكاره الدوال المثلثية وكذلك تطويره لنظريات الجيب وتصحيح قيمة الاعتدالين وحساب ميل فلك البروج على خط الاستواء ودراسة حركة أوج الشمس (82). وأهم مؤلفات ألبتاني الزيج الصابئ وهو من أصح الأزياج وكتاب معرفة مطالع البروج فيما بين أرباع الفلك ورسالة في مقدار الاتصالات وشرح كتاب تعديل الكواكب ورسالة شرح أربع مقالات لبطليموس (59).

أبو الوفاء البوزجاني:

هو أبو الوفاء محمد بن يحيى بن إسماعيل بن العباس البوزجاني. ولد في بوزجان عام 328 هـ بالقرب من نيسابور، وتوفى عام 387هـ. عمل أبو الوفاء في مرصد بغداد الذي أنشأه شرف الدولة في سرايه عام 377هـ. أبدع أبو الوفاء حين ادخل الهندسة في علم الجبر وكذلك عندما اكتشف حلولا جديدة للقطوع المكافئة، مما أدى إلى شروق فكرة الهندسة التحليلية وعلم التفاضل والتكامل. كما إنه اكتشف معكوس جيب الزاوية ومعكوس جيب التمام للزاوية. ويعتبر أهم إنجاز للبوزجاني

الصوفي:-

هو أبو الحسن على بن سعيد عبد الرحمن بن أحمد بن يونس بن عبد الأعلى الصوفي، عاش في خدمة الحاكم بأمر الله الخليفة الفاطمي وتوفي عام 399هـ. ويعد إلى جانب ألبتاني أكبر فلكي العرب. حاز الصوفي على مكانة مرموقة في علم الفلك بأرصاده الدقيقة لآلاف النجوم التي رصدها نجما نجما وحدد أماكنها بدقة كما صور الكثير منها بالألوان. ودرس الصوفي حركة مبادرة الاعتدالين فوجدها درجة لكل 66 سنة (82). ومن أهم كتب الصوفي كتاب صور الكواكب الثماني والأربعين وكتاب الكواكب الثابتة وكتاب التذكرة (59).

البيروني:-

هو أبو الريحان محمد البيروني ولد بضاحية خوارزم عاش بين عامي 362- 440 هـ، ينتمي إلى الجنس التركي، لم يقتصر البيروني على علم الفلك بل برز في الرياضيات والطب والأدب والتاريخ والجغرافيا والفيزياء والصيدلة. ومن أهم إنجازات البيروني الفلكية ابتكاره طريقة لحساب محيط الأرض وهو أول من فكر في نظرية الجاذبية ووصفها ولكن لم يضع لها قانون رياضي كما فعل نيوتن (82). ومن أهم مؤلفات البيروني الفلكية: كتاب الآثار الباقية عن القرون الخالية كتاب ما للهند من مقولة والقانون المسعودى الذي جمع فيه كل القوانين الفلكية وأهداه إلى السلطان الغز نوى مسعود بن محمود عام 421 هـ. وكتاب استيعاب الوجوه الممكنة في صنعة الإسطرلاب وكتاب تحديد نهايات الأماكن وتسطيح مسافات المساكن. وقد أطلق اسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئي للقمر.

نصر الدين الطوسي:-

هو محمد بن محمد بن الحسن الطوسي ولد في طوس عام 597هـ، وعاش غالب أيامه في إيران. قام ببناء مرصد مراغة وعمل مديراً له. ونصر الدين الطوسي كان أول من جعل علم حساب المثلثات مستقل عن الفلك، وقد استفاد الغرب من كتابه الفريد الذى يعتبر وحيد في نوعه، كتاب الشكل القطاع. ولقد أضاف الطوسي لعلم الفلك إضافات مهمة مثل دراسته لحركة مبادرة

أولغ بك:
هو محمد طورغاي بن شاه بن تيمور لنك السمرقندي ، ولد فيسلطانية عام 796هـ وتوفي في حراة عام 853هـ. هو أحد فلكي القرن التاسع الهجري ، حيث بنى مرصدا في سمرقند عام 823هـ غاية في الإتقان والإبداع وزوده بعلماء الفلك في ذلك العصر وكذلك بجميع ألا لآت وأدوات المعرفة في زمانه، حتى وصف بأنه إحدى العجائب ويعتبر أهم مؤلفاته الزيج الجديد السلطاني المعروف بالزيج كوركاني الذي نال شهرة عظيمة في بلاد الغرب. وقد برع أولغ بك أيضا في الهندسة وحساب المثلثات وساعدت الجداول التي أنشأها في جيوب الزوايا وظلالها على تقدم علم الفلك. وفي عصره أصبحت سمرقند مركز للحضارة الإسلامية (82).

المأمون:-
من الخلفاء العباسيين، ابن هارون الرشيد، في عصره ازدهرت العلوم والفنون الإسلامية ونقلت مؤلفات اليونان إلى العربية. نقش على خاتمه كلمة الموت حق (40).

جابر بن أفلح:-
هو أبو محمد جابر بن أفلح، ولد في أشبيلية في القرن الخامس الهجري وتوفي في القرن السادس الهجري في قرطبة. أنشأ أول مرصد في الأندلس وأهم مؤلفاته كتاب الهيئة في إصلاح المجسطي الذي يحتوى على انتقادات لاذعة لآراء بطليموس في نظرية الكواكب السيارة. وابتكر جابر قانون المثلثات الكروية القائمة الزاوية (59).

الزرقالي:
هو إبراهيم بن يحيى التجيبي النقاش، ويكنى بأبي إسحاق، ويلقب بابن الزرقالة. ولد في قرطبة عام 420هـ وتوفي في طليطلة عام 480هـ. وهو أكبر راصدي الفلك في زمانه وضع مع ابن صاعد

الفرغاني:

هو أبو عباس أحمد بن كثير الفرغاني من بلاد ما وراء النهر. كان من المقربين عند المأمون، الذي عينه رئيسا لمرصد الشماسية في بغداد. اهتم الفرغاني بقياس أقطار الكواكب وتطوير الساعات الشمسية. وأهم مؤلفاته جوامع علم النجوم، والحركات السماوية، والإسطرلاب. وأرسله الخليفة المتوكل إلى مصر ليناظر بناية مقاس النيل (40).

البطروجي:-

هو نور الدين البطروجي من علماء القرن السادس الهجري، يكنى بأبي إسحاق، عاش في أشبيلية ولهذا يلقب بالإشبيلي. هو صاحب نظرية الأفلاك المشتركة، وأهم مؤلفاته كتاب الهيئة (82).

أبو الفداء:

هو إسماعيل بن على الأيوبى، الشهير بعماد الدين الملك المؤيد. فلكي وأمير أيوبي، ولد في دمشق حين كان والده أمير حماة، كان من العلماء البارزين في الفلك والطب والنبات والجغرافيا والتاريخ. جاءت شهرته من مصنفاته في الجغرافيا والفلك والتاريخ. أبرز مؤلفاته كتاب تقويم البلدان الذي اشتهر في أوربا كشهرة قصة ألف ليلة وليلة. ولقد أطلق اسم على إحدى مناطق السطح غير المرئي للقمر (40).

إبن يونس:

هو أبو سعيد عبد الرحمن بن يونس المولود بمصر عام 950م وتوفي عام 1009 م. سبق جاليليو إلى اختراع بندول الساعة، رصد كسوف الشمس وخسوف القمر عام 978م في القاهرة وأثبت تزايد حركة القمر، حسب ميل دائرة البروج فجاءت أدق ما عرف قبل إدخال الآلات الفلكية الحديثة. أهم مؤلفاته الزيج الحاكمي. أطلق اسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئي للقمر (82).

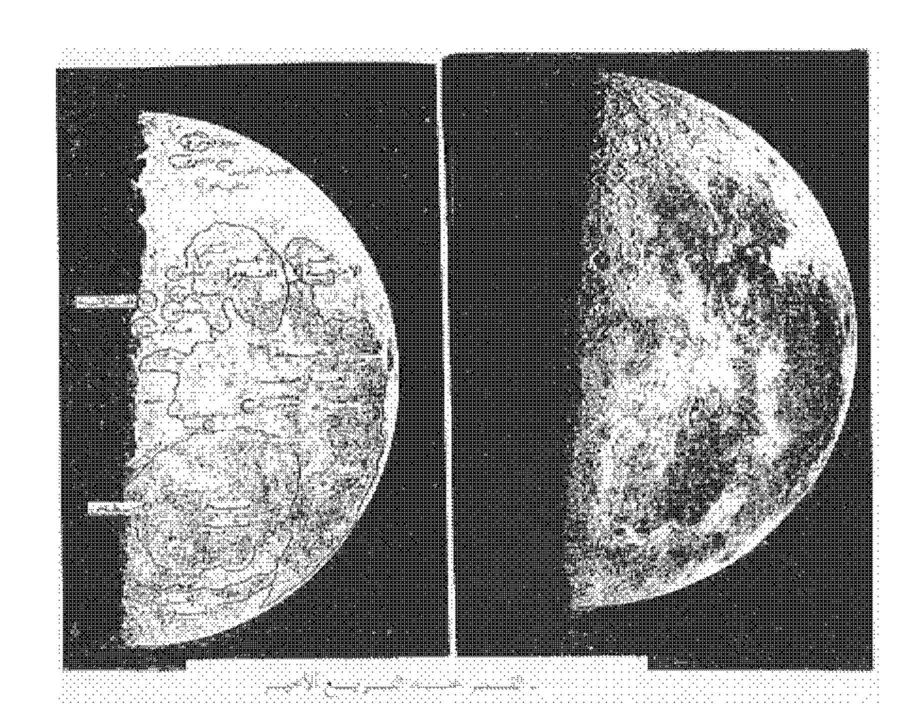
ماشاء الله اليهودي:

منجم وفلكي موسوعي. اشتهر منذ أيام الخليفة العباسي الثاني عبد الله بن محمد أبو جعفر وذلك في أعمل كشف الطالع. شارك في تطوير الأجهزة الفلكية وبخاصة الإسطرلاب (40). وأنى أتساءل هنا لماذا وضع هذا الاسم على الرغم من وجود العشرات اكثر منه إنجازا، هل لأنه قام بدور أساسي في انتشار التنجيم في الدولة الإسلامية وهذا مخالف للعقيدة الإسلامية أم لأنه يهودي ؟!!

جدول : فوهات بأسماء عربية و إسلامية على سطح القمر

الرقم	الاسم بالعربية	بالانجليزية	خط الطول	خط العرض	القطر(كم)
1	أبو الوفا البوزجاني	Abul Wafa	117 ش	1ش	55
2	أبو الفداء	Abulfeda	14 ش	14ج	65
3	البكري	Al-Bakri	20 ش	14ش	12
4	البيروني	Al-Biruni	93 ش	18ش	77
5	الخوارزمي	Al-Khwarizmi	106 ش	7ش	65
6	المراكشي	Al-Marrakushi	56 ش	10ج	8
7	البتاني	Albategnius	4 ش	12ج	114
8	الفرغاني	Alfraganus	19 ش	5ج	20
9	الحسن بن الهيثم	Alhazen	72 ش	16ش	32
10	المأمون	Almanon	15 ش	17ج	49
11	البطروجي	Alpetragius	5غ	16ج	39
12	الزرقالي	Arzachel	2غ	18ج	96
13	إبن سينا	Avicenna	97غ	40ش	74
14	الصوفي	Azophi	13ش	22ج	47
15	جابر بن الأفلح	Geber	14ش	19ج	44
16	إبن بطوطة	Ibn Battuta	50ش	7ج	11
17	إبن فرناس	Ibn Firnas	122ش	7ش	98
18	إبن يونس	Ibn Yunus	91ش	14ش	85
19	إبن رشد	Ibn-Rushd	22ش	12ج	32
20	ما شاء الله البصري	Messala	61ش	39ش	125
21	نصر الدين الطوسي	Nasireddin	0ش	41ج	52

22	عمر الخيام	Omar Khayyam	102غ	58ش	70
23	ثابت بن قرة	Thebit	4غ	22ج	56
24	ألغ بك	Ulugh Beigh	82غ	33ش	54



من ص ٢٠٨ الي ص ٢١٨
ساقط من اصل المصدر

الفصل الثالث

أسباب تقدم علم الفلك عند المسلمين

إن ظهور الحضارة العربية الإسلامية بعلومها المختلفة كان قد حصل إبان العصور المظلمة في أوربا. إن العرب والمسلمين هم الورثة لحضارة وادي النيل وحضارة وادي الرافدين، وأضافوا إلى جانب هاتين الحضارتين حضارة اليونان وحضارة الهند. ومن هنا نرى أن الحضارة العربية الإسلامية كانت قد بدأت في مرحلة متطورة من المعرفة الإنسانية كان قد شارك في إنتاجها أقوام عديدون مختلفون في لغاتهم وأجناسهم ودياناتهم. إن تقدم هذه الحضارة هو مجمل تقدم العلوم ومنها علم الفلك في الدولة العربية الإسلامية. إذن فما يقال عن أسباب تقدم علم الفلك هو ما يقال عن أسباب تقدم الحضارة العربية الإسلامية. فكيف تمكن العرب المسلمون من إنتاج حضارة خاصة بهم ومتميزة عن تلك الحضارات الكثيرة التي سبقتهم ؟ يمكن القول بأنه لم تكن الحركة العلمية بصنوفها المختلفة في الدولة العربية الإسلامية وليدة الصدفة بل هي عملية كان قد خطط لها سلفا وفي فترات زمنية متفاوتة، بدأت منذ نزول الوحي. ولقد تضافرت عوامل كثيرة عملت مجتمعة على تشجيع وتنشيط هذه الحركة ويمكننا بيان **أسباب أهم**

تلك العوامل على النحو التالي:-

أولا: روح الدين الإسلامي:

مما لاشك فيه أن الدين الإسلامي، كان أحد أهم العوامل المهمة وراء ازدهار الحركة العلمية في العالم الإسلامي إن آيات القرآن الكريم وأحاديث الرسول صلى الله عليه وسلم المتعلقة بالعلم والعلماء وحث المسلمين على طلب العلم مهما بعد مصدره، والتفريق في المنزلة بين الإنسان العالم والإنسان الجاهل، وأهمية القلم...، كل ذلك وغيره جعل المسلمين يتحمسون لطلب العلم، فأقبلوا على الدرس والبحث والمطالعة دون ملل أو كلل، ولهم في تراث غيرهم أسمى مثل (17). **قال الله تعالى:**

"وقل ربي زدني علما" طه – 114 "قل هل يستوي الذين يعلمون والذين لا يعلمون" الزمر-9، "يرفع الله الذين آمنوا منكم والذين أوتوا العلم درجات" المجادلة- 11،
" إن في خلق السموات والأرض واختلاف الليل والنهار لآيات لأولى الألباب" آل عمران- 190،
"وفي الأرض قطع متجاورات وجنات من أعناب وزرع ونخيل صنوان وغير صنوان يسقى بماء واحد ونفضل بعضها على بعض في الأكل إن في ذلك لآيات لقوم يعقلون" الرعد- 4،
" ومن آياته يريكم البرق خوفا وطمعا وينزل من السماء ماء فيحيى به الأرض بعد موتها إن في ذلك لآيات لقوم يعقلون" الروم - 24
"واختلاف الليل والنهار وما أنزل الله من السماء من رزق فأحيا به الأرض بعد موتها وتصريف الرياح آيات لقوم يعقلون" الجاثية- 5،
"وسخر لكم الليل والنهار والشمس والقمر والنجوم مسخرات بأمره إن في ذلك لآيات لقوم يعقلون " النحل-13، "وعلامات وبالنجم هم يهتدون" النحل- 16

وأقوال **النبي صلى الله عليه وسلم:-**

"عن أبى هريرة أن رسول الله (ص) قال:"ومن سلك طريقا يلتمس فيه علما سهل الله له به طريقا إلى الجنة" رواه مسلم،
عن أنس قال. قال رسول الله (ص): " من خرج في طلب العلم، كان في سبيل الله حتى يرجع" رواه الترمذي،
عن أبى الدرداء قال: سمعت رسول الله (ص) يقول:" من سلك طريقا يبتغي فيه علما سهل الله له طريقا إلى الجنة، وإن الملائكة لتضع أجنحتها لطالب العلم رضى بما يصنع، وإن العالم ليستغفر له من في السماوات ومن في الأرض حتى الحيتان في الماء، وفضل العالم على العابد كفضل القمر على سائر الكواكب، وإن العلماء ورثة الأنبياء، وإن الأنبياء لم يورثوا دينارا ولادرهما وإنما ورثوا العلم. فمن أخذه أخذ بخط وافر" رواه أبو داود والترمذي

ولقد أورد كلا من الطبراني والبزار والحاكم عن ابن أبى أوفي رضى الله عنه أن النبي (ص) قال:"إن خيار عباد الله الذين يراعون الشمس والقمر والنجوم لذكر الله".

وأورد أيضا الطبراني عن أنس بن مالك رضى الله عنه قال: **قال رسول الله (ص):"** لو أقسمت لبررت إن أحب عباد الله إلى الله لرعاة الشمس والقمر يعنى المؤذنين وإنهم ليعرفون يوم القيامة بطول أعناقهم" هذا الحديث ضعفه الألباني في الجامع الصغير 39/5 رقم 4797.

ثانيا: اللغة العربية:-

مما يسر أمر الحركة العلمية في الدولة العربية الإسلامية، مرونة اللغة العربية لغة القرآن الكريم، اللغة التي استوعبت كل هذه العلوم والمعارف بكل يسر ورحابة صدر نتيجة لثراء لفظها ومعانيها وكثرة مترادفاتها وقدرتها على التعبير.وبالتالي أصبحت اللغة العربية وسيلة ناجحة لترجمة العلوم من اللغات الأخرى دون عناء، حيث استطاع المترجمون أن يجدوا في مواردها. الخصبة أداة غنية بالتعبير والمترادفات لوصف أدق الحالات وأعقدها. ولا أدل على مرونة اللغة العربية وقدرتها على التعبير العلمي من أن العرب عندما بدءوا حركة الترجمة اليونانية، أخذوا كثيرا من المصطلحات اليونانية بألفاظها **العربية فقالوا:** أنالوطيقا وسوفسطيقا وقاطاغورياس وإرثماطيقا وأبيذيجا) ولكنهم سرعان ما اكتشفوا أن اللغة العربية قادرة على أن تعبر عن هذه المصطلحات بألفاظ عربية خالصة، فتركوا الألفاظ السابقة وقالوا عنها بالترتيب: التحليل والمغالطة والمقولات العشر والرياضيات والوافدة (102). وبهذا أصبحت اللغة العربية لغة التخاطب بصورة عامة ولغة التأليف بصورة خاصة فكان العلماء من الأقوام الأخرى يؤلفون كتبهم باللغة العربية. ولم يحدث هذا الأمر ثانية في تاريخ العلوم إلا في القرن العشرين حين أصبحت اللغة الإنجليزية لغة التخاطب والتأليف في كثير من المؤتمرات العلمية العالمية.

ثالثا: رعاية الخلفاء:

إن رعاية الخلفاء للحركة العلمية كانت من أهم العوامل التي أدت إلى دفع الحضارة خطوات واسعة إلى الأمام. وفي الحقيقة أنه في ظل الدولة العربية الإسلامية لم يسجل التاريخ أن عالما عربيا قد أحرق بسبب آرائه العلمية، كما حدث لعلماء اليونان ومدرسة الإسكندرية والبابليين كما ذكرنا سابقا، أو حوكم بسبب كشف جديد كمحاكمة جاليليو، بل على العكس كان الخلفاء والحكام العرب المسلمون يشجعون البحث العلمي ويقربون العلماء، ولا أدل من ذلك سيرة هارون الرشيد والمأمون وسواهما، حيث كانت خزائن المال مفتوحة لأهل العلم كي يأخذوا منها ما يحتاجون لعلمهم وحياتهم، إلا أن معظم العلماء العرب والمسلمين كانوا متعففين وكان هدفهم الأسمى هو تحقيق عملية المعرفة والسمو بالكائن الحي الإنساني من خلالها. فالكائن الإنساني كائن المعرفة، وقد أدرك أسلافنا ذلك بحسهم السليم ومصداقيتهم العالية. والدليل على ذلك رفض البيروني للعطايا وتأكيده الدائم على أن حبه للعلم وتعطشه للمعرفة هما أثمن مكافأة يمكن للإنسان أن يحوزها. وأيضا قول البتاني في أحد الشروط التي وضعها، الواجب توافرها في العلماء: "وقد يعوق عن كثير من ذلك قلة الصبر ومحبة الفخر والحظوة عند ملوك الناس. بإدراك مالا يمكن إدراكه على الحقيقة من سرعة أو إدراك ما ليس في طبيعته أن يدركها أحد".

وفي تاريخ الدولة العربية الإسلامية ستة يوضعون على القمة في قيادة الحركة العلمية وريادتها هم: المأمون، ونظام الملك، نور الدين زنكي ، والحاكم بأمر الله، وصلاح الدين الأيوبي، والسلطان أولغ بك في سمرقند. ارتبطت هذه الأسماء ارتباطا رائعا وثيقا، فالأول أنشأ بيت الحكمة والثاني أسس المدارس النظامية والثالث كان راعيا للعلوم في سوريا والرابع أنشأ دار الحكمة في القاهرة وجلب العلماء والمخطوطات لها من أرجاء كافة وأنشأ مرصد المقطم والخامس حمى التراث العلمي من غوغاء التتار والسادس هو مؤسس النهضة العلمية في الدولة التيمورية .(10)

رابعا: سماحة العرب المسلمين:-

كان العرب المسلمون سمحين في معاملتهم للأقوام الأخرى التي جاءت تحت نفوذهم، مما سهل على تلك الشعوب الاشتراك في تكوين العلوم العربية الحديثة. إن هذا التسامح العربي الإسلامي كان له الأثر الأول في تقدم العلوم في التاريخ البشرى، إذ كان قد أظهر ولأول مرة في التاريخ الخاصية المهمة للعلم ألا وهى الخاصية العالمية. بهذا كان العرب المسلمون قد أزالوا التميز العنصري في العلوم وغير العلوم، وقد وحدوا الجهود البشرية المختلفة لإنتاج علم جديد ولمنفعة البشرية جمعاء (103).

ولم يستخدم العلماء العرب والمسلمين معارفهم العلمية استخدامات منطوية على الشر، فعلى الرغم من التقدم العلمي الهائل الذي أحرزوه بالمقارنة مع أوربا في ذلك الوقت، إلا أن الأوربيين طوعوا آنذاك الأداة المعدنية الفتاكة، بينما لم يسلك العرب سلوكا مؤذيا مقابلا. ومن هنا كان من غير الممكن على سبيل المثال مواجهة أسطول دى جاما من قبل الأسطول العماني مثلا، على الرغم من أن الأسطول العماني كان متفوقا في العدد، إذ أن الأسطول البرتغالي كان مدججاً بالأدوات المعدنية الفتاكة، في حين كان الأسطول العماني أسطول علم وسلم وكان الأسطول البرتغالي أسطول غزو وسطو وتظاهر (70).

لن نستطيع الاستطراد في محاولة إثبات الدوافع والنوايا والأفعال الخيرة للعلماء العرب لأن هذا ليس مجال هذا الكتاب. ولكن يمكن أن نوجز هذا كله بقول المؤرخ لوبون:" لم يعرف التاريخ فاتحا أرحم من العرب" وهذا لأن العرب كانوا متمسكين بدستورهم الأبدي الذي لا يأتيه الباطل من بين يديه ولا من خلفه، إلا وهو القرآن الكريم. حيث قال الله سبحانه وتعالى: " لا ينهاكم الله عن الذين لم يقاتلوكم في الدين ولم يخرجوكم من دياركم أن تبروهم وتقسطوا إليهم إن الله يحب المقسطين" الممتحنة – 8 .

وكذلك سنة رسول الله صلى الله عليه وسلم حيث يقول: عن أنس، أن النبي (ص) قال:" انطلقوا باسم الله وبالله وعلى ملة رسول الله، ولا تقتلوا شيخاً فانيا ولا طفلا صغيرا ولا امرأة ولا تغلوا، وضموا غنائمكم وأصلحوا وأحسنوا، إن الله يحب المحسنين" رواة أبو داود

خامسا: الاستعداد الذهني للعلماء العرب:-

أما العامل الخامس فهو هذا الاستعداد الذهني العجيب والذكاء الفطري إلى جانب الصبر والمصابرة والجلد على العمل، مما جعل إنتاج العالم منهم من الكتب والرسائل لا يعد بالآحاد ولا بالعشرات، بل بالمئات. فالبيروني وحده ألف نحو مائتي كتاب. ومن العلماء العرب من توافر على دراسة كتاب الأصول في الهندسة لإقليدس وأدخلوا تمارين ونظريات لم يذكرها إقليدس، فتنبه نصر الدين الطوسي إلى نقص إقليدس في المتوازيات وحاول البرهنة عليها في كتاب تحرير أصول إقليدس (104).

الفصل الرابع

أفول شمس العرب

في القرنين العاشر والحادي عشر بلغ الإنتاج الفكري العربي أوج عظمته، كل ذلك والغرب سادر في جهالته يعيش في ظل حكم إقطاعي وينعم بالجهل والتخلف، إلا أن ازدهار الشرق وتخلف الغرب لم يكن يخفى على المتعلمين النابهين من رجال الكنيسة. ورغم هذا الازدهار كان المسلمون يعانون من تفسخ سياسي في الشرق والغرب وما بينهما على حد سواء.

والغرب لم يكن غافلا عن الحال في ديار الإسلام فتحرك يضرب ضارباته في صقلية والأندلس. وإذا كانت صقلية قد سقطت بسرعة، فقد كان حكامها النورمانديون يعجبون بالحضارة الإسلامية ويقلدون أمراء المسلمين. وكان منهم الملك فريدرك الثاني (1215-1250م) ، والذي حكم صقلية ملكا وألمانيا إمبراطورا وقام بحملة صليبية فحكم القدس أيضا، يقدر الحضارة الإسلامية ويحاول نقل جميع الثقافة العربية والخبرة والصناعة إلى الغرب. فدعا إلى بلاطه كل من استطاع أن يغريه من مفكري العرب ومحاربيهم وصناعهم ومن البنائيين والحرفيين أيضا. ولكن من خلال قوانين محكمة ظاهرها تقدير لهم وترحيب بهم وباطنها ألا يبقى للعربي المسلم بعد موته أي أثر في صقلية سوى ما نقله لأبناء البلاد الصقليين. وهكذا استنزفت صقلية ما استطاعت على مدى قرنين من الزمان من المهارات الإسلامية، بعدها صار الإسلام بالنسبة إلى صقلية وصارت صقلية بالنسبة للإسلام صفحة في كتاب تاريخ قديم (101).

ثم جاءت الحروب الصليبية التي ظلت سجالا بين العالم الغربي والعالم الإسلامي من مدن عربية تسقط وتسترد وجيوش تتحارب وتتهادن، إلى أن جاءت سنة 1291م ارتد الصليبيون على أعقابهم وانتهت الحروب الصليبية، ولكن العالم الإسلامي أصبح دويلات (101). ومن الشرق جاء الغزو المغولي الذي غزا بغداد عام 1258م وجعلوا المدينة التي كانت لامعة مزدهرة من قبل كومة من الخرائب (101). وعند ذلك

وفي هذا الخضم من المعارك جاء العثمانيون وغيرهم يثأرون لغزوات الفرنجة. حيث استولى العثمانيون على القسطنطينية عام 1453م وبانتصارات أخرى متعاقبة أحرزها سليمان الثاني الكبير (1520-1566م)، وكان العلم العربي ومؤلفات نصر الدين الطوسي تدرس في جاليبول والكليات الحربية في الأناضول (101). واستولى العثمانيون على مقاليد الأمور في سوريا ومصر بقيادة السلطان سليم الثاني (1517م)، وبذلك أحسر المد للعالم العربي بعد أن ضمر واكتفى باجترار العلم الماضي (101).

ولكن بقى علم، الفلك ناميا متدفقا في دمشق والقاهرة واليمن يسير جنبا إلى جنب مع علم الميقات (علم الميقات هو علم تحديد الزمن من خلال ارتفاعات الشمس نهارا وحركة الكواكب ليلا). وأبرز علماء هذه الفترة هم، ابن السراج، وابن الشاطر، والمارديني من القاهرة ومن علماء الفلك اليمنيين محمد بن أبى بكر الفارس.

وهناك قولا آخر يدعى أن قوانين الشريعة الإسلامية هي التي أدت إلى تأخر العلم العربي وعدم انطلاقه بالعلم الحديث (93). والرد على هذا القول ليس مجال هذا الكتاب، ولكن نقول هنا كيف للقرآن الكريم وأحاديث الرسول صلى الله عليه وسلم التي ذكرنا بعضها سابقا تحض على العلم هي نفسها تكون عائق نحو تطور العلم!!!ولتوضيح هذه النقطة أذكر بإيجاز بعض النقاط التي جاء بها القرآن الكريم لوضع أسس راسخة من العلم المنطقي والمنهجي الصحيح

يقول الله عز وجل :

-" اقرأ باسم ربك الذي خلق. خلق الإنسان من علق. اقرأ وربك الأكرم. الذي علم بالقلم. علم الإنسان ما لم يعلم، العلق (1-5) هذه هي أولى آيات القرآن الكريم التي نزلت على رسول الله (ص) تأمر بالقراءة والكتابة ولفت الانتباه إلى خلق الإنسان.

-" قل انظروا ما في السموات والأرض" يونس 101 "أو لم ينظروا في ملكوت السموات والأرض وما خلق الله من شيء" الأعراف –185 "قل سيروا في الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق" العنكبوت –20 "وفى الأرض آيات للموقنين. وفى أنفسكم أفلا تبصرون" الذاريات (-20-21) "إن في خلق السموات والأرض واختلاف الليل والنهار والفلك التي تجرى في البحر بما ينفع الناس وما أنزل الله من السماء من ماء فأحيا به الأرض بعد موتها وبث فيها من كل دابة وتصريف الرياح والسحاب المسخر بين السماء والأرض لآيات لقوم يعقلون" البقرة – 164

هذه الآيات جاءت لتقرر أن الإنسان مطالب دوما بالنظر في جنبات هذا الكون والبحث عن آيات الله. وإشارة إلى ضرورة استقراء قوانين الكون والتعرف على سنن الله فيه لاستخدام ذلك كله في عمارة الحياة وذلك بأسلوب منهجي سليم.

-"فلا أقسم بما تبصرون. ومالا تبصرون." الحاقة (38-39)"فلا أقسم بمواقع النجوم. وإنه لقسم لو تعلمون عظيم" الواقعة (75- 76).

هذه الآيات توضح أن هناك أشياء مجهولة للإنسان في هذا الكون وبالتالي عندما يكتشف بعضها يزداد إيمانا بالله

-"وخلق كل شيء فقدره تقديرا" الفرقان –2 "أفلا ينظرون إلى الإبل كيف خلقت. وإلى السماء كيف رفعت وإلى الجبال كيف نصبت. وإلى الأرض كيف سطحت" الغاشية (17-20)"أفلم ينظروا إلى السماء فوقهم كيف بنيناها وزيناها ومالها من فروج" ق-6 "ألم تر إلى ربك كيف مد الظل ولو شاء لجعله ساكنا. ثم جعلنا الشمس عليه دليلا. ثم قبضناه إلينا قبضا يسيرا" الفرقان (45، 46).

من المعروف أن القرآن الكريم في استعراضه لأمور الكون يتناول كليات الأشياء، تاركا التفاصيل لاجتهاد الإنسان. إلا أنه في هذه الآيات السابقة قد نبه إلى الجوانب الهامة في دراسة الكون مثل الكم والكيف. وهما من أسس الدراسات الكونية، حيث الكم هنا متعلق بالحجم والكتلة والزمان والمكان ودرجات النمو والاندثار وكذلك الكيف بمعنى هيئة الأشياء وتركيبها ومجرى الظواهر وحدوثها.

-"وآية لهم الليل نسلخ منه النهار فإذا هم مظلمون. والشمس تجرى لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم. والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم.لا الشمس ينبغي لها أن تدرك القمر ولا الليل سابق النهار وكل في فلك يسبحون" يس (37-40)"الذي سخر لكم البحر لتجرى الفلك فيه بأمره ولتبتغوا من فضله ولعلكم تشكرون. وسخر لكم ما في السموات وما في الأرض جميعا منه إن في ذلك لآيات لقوم يتفكرون" الجاثية (12-13)"أولم يتفكروا في أنفسهم ما خلق الله السموات والأرض وما بينهما إلا بالحق وأجل مسمى وإن كثيرا من الناس بلقاء ربهم كافرون" الروم-8.

هذه الآيات تشير إلى خضوع الكون كله بما فيه ومن فيه لقوانين مطردة لا تختلف ولا تتوقف ولا تتبدل ما دام الكون قائما بإرادة خالقه ومبدعه، وتشير أيضا أن لكل شيء في الكون أجل مسمى ونهاية محتومة. أي أن كلا من المادة والطاقة والمكان والزمان هي من الأمور الهامة التي تدخل في نظام العالم جملة وتفصيلا.

-"أو لم ير الذين كفروا أن السماوات والأرض كانتا رتقا ففتقناهما وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون" الأنبياء 30 "قل أ إنكم لتكفرون بالذي خلق الأرض في يومين وتجعلون له أندادا ذلك رب العالمين. وجعل فيها رواسي من فوقها وبارك فيها وقدر فيها أقواتها في أربعة أيام سواء للسائلين. ثم استوى إلى السماء وهى دخان فقال لها وللأرض إتيا طوعا أو كرها قالتا أتينا طائعين. فقضاهن سبع سموات في يومين وأوحى في كل سماء أمرها وزينا السماء الدنيا بمصابيح وحفظا ذلك تقدير العزيز العليم" فصلت (9-12).

هذه الآيات تقر أن الكون الذي نراه حادث وأنه تكون على صورته التي نراها بأمر من الله وأن كل ما يحكمه من قوانين خاضع لقدرة الله الذي أبدعه. بمعنى أن قوانين الكون المطردة ليست واجبة ولا مطلقة لأنها خاضعة لقدرة الله تعالى. وهذا مجال من المجالات التي ضل فيها الفكر البشرى الذي لم يهتد بالهداية الإلهية حتى يومنا هذا.

-" وكأين من آية في السموات والأرض يمرون عليها وهم عنها معرضون" يوسف 105 ."ولقد ذرأنا لجهنم كثير من الجن والإنس لهم

هذه الآيات تعيب على الغافلين غفلتهم عن التفكير في الكون وعن استخدام ما وهبهم الله من عقل وحواس لتفهم الآيات وتصفهم بأنهم كالأنعام بل أضل وأن جزاء هم جهنم عقاب لهم على إهمالهم نعمة الله.
-"وإذا قيل لهم تعالوا إلى ما أنزل الله وإلى الرسول قالوا حسبنا ما وجدنا عليه أباؤنا أو لو كان أباؤهم لا يعلمون شيئا ولايهتدون "المائدة –104
"أمن خلق السماوات والأرض وأنزل لكم من السماء ماء فأنبتنا به حدائق ذات بهجة ما كان لكم أن تنبتوا شجرها أ إله مع الله بل هم قوم يعدلون."
أمن جعل الأرض قراراً وجعل خلالها أنهارا وجعل لها رواسي وجعل بين البحرين حاجزا أ إله مع الله بل أكثرهم لا يعلمون. أمن يجيب المضطر إذا دعاه ويكشف السوء ويجعلكم خلفاء الأرض أ إله مع الله قليلا ما تذكرون. أمن يهديكم في ظلمات البر والبحر ومن يرسل الرياح بشرا بين يدي رحمته أ إله مع الله تعالى الله عما يشركون. أمن يبدا الخلق ثم يعيده ومن يرزقكم من السماء والأرض إله مع الله قل هاتوا برهانكم إن كنتم صادقين" النمل (60-64).
هذه الآيات تحارب التقليد الأعمى والجمود في الآراء الخاطئة الموروثة. وتطالب بتأسيس كل حكم على الدليل العقلي المقبول. من ذلك الاستعراض يتضح لنا أن القرآن الكريم ينبه العقل والحواس للتعرف واستقراء قوانين الكون واستخدام ذلك في عمارة الأرض وذلك طبقا لمنهج علمي أصيل.
ولكن الغرب يحاول أن يثبت هذه المقولة لعدة أسباب منها أن بعض علماء الغرب لا يفهمون أي شيء عن الإسلام ومنهم من يقولها حقدا على الإسلام وصنف آخر يقولها ليحاول طمس حقيقة الغزو الصليبي والاستعمار الذي نهب وحرق ثروات العالم الإسلامي وساعد على مد جذور الخلاف بين دويلات العالم الإسلامي وساعد أيضا على هجرة عقول أبناء العالم الإسلامي إلى الغرب. بل وقتل العلماء في بعض الأحيان.

الهوامش والمراجع

1- مجدي يوسف أمين . موسوعة سفير الإسلامية ، باب التنجيم
2- عباس العزاوي. تاريخ علم الفلك في العراق ، المجمع العلمي العراقي 1958
3- عبد الحليم احمد ملاعبه.الاهتداء بالنجوم في علم الفلك عند المسلمين، مكتبه الحرمين الأردن
4- الثريا: حشد مفتوح يرى بالعين المجردة في برج الثور. ويسمى هذا الحشد أيضا بالنجوم السبعة، وهذا الاسم خاطئ لأننا إما أن نرى بالعين المجردة ستة نجوم ألمع من القدر الخامس أو نرى تسعه نجوم ألمع من القدر السادس. يقدر عدد ما أكتشف من نجوم الثريا حتى الآن بحوالي 120 نجما. وقد قدر العلماء عدد نجوم الحشد بحوالي 300 إلى 500 نجم. وهذا الحشد من النجوم يبلغ قطرة حوالي 32,6 سنه ضوئية ويبعد عن الأرض بحوالي 407,76 سنه ضوئية. وكانت تعتبر الثريا قديما كوكبه مستقلة.
5- أمام إبراهيم احمد. تاريخ الفلك عند العرب
6-منازل القمر: في أثناء دوران القمر حول الأرض يمر بمجموعات نجميه معينه متداخلة مع البروج تسمى منازل القمر وعددها 28 منزل يمر القمر كل يوم بمنزل واحد إلا المنزل الأخير فإن القمر يمكث فيه ليلتين أو ثلاث حسب طول الشهر العربي. وهذه المنازل التي قال الله تعالى فيها: "والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم" يس 39.

7-في الحقيقة النجوم تتحرك بسرعة منتظمة حول الكرة السماوية. والحركة الظاهرية للنجوم التي يلاحظها الإنسان بعينه هي حركه بطيئة لأن اليوم النجمي أقل من اليوم الشمسي بأربع دقائق.
8- ابن قتيبه. الأنواء في مواسم العرب ، بغداد 1988
9- الأنواء: جمع نوء، ويطلق في اللغة على: النجم إذا مال إلى الغروب، والمطر الشديد، والعطاء الواسع. يقال: ناء النجم: سقط في

10- مجدي يوسف أمين. موسوعة سفير الإسلامية ، العدد 30- 31 باب الأنواء
11- مجدي يوسف أمين. مجلة الوعي الإسلامي ،عدد رمضان 1417 هـ
12- احمد سعيد الدمرداش. تاريخ العلوم عند العرب ، دار المعارف 1977
13- محمد السويسي.مناهج المستشرقين في الدراسات العربية الجزء الثاني
14- ابن الأثير . أسد الغابة في معرفة الصحابة صـ3 القاهرة 1285 هـ
15- سيده إسماعيل كاشف. مصادر التاريخ الإسلامي ومناهج البحث فيه،القاهرة 1976
16- إبن سعد. الطبقات الكبرى ، ليدن 1322 هـ
17- رشيد حميد حسن الجملي.حركه الترجمة في المشرق الإسلامي في القرن الثالث والرابع الهجري طرابلس 1982
18- مقدمه ابن خلدون . بغداد 1970
19- تقي الدين ابن تيميه . صون المنطق والكلام عن فن المنطق والكلام. تحقيق سامي النشار ، القاهرة 1955
20- خالد ابن يزيد: هو أبو هاشم خالد ابن يزيد ابن معاوية ابن أبى سفيان الأموي، وكان من أعلم قريش بفنون العلم وهو الذي عنى بإخراج كتب القدماء في الصنعة وكان خطيبا وشاعراً فصيحا، وهو أول من ترجم كتب الطب والنجوم والكيمياء.
21- ابن النديم. كتاب الفهرست ، لاييزك 1871
22- زيفديد هونكه. شمس العرب تسطع على الغرب بيروت 1969
23- محمد مرحبا. من الفلسفة اليونانية، الفلسفة الإسلامية بيروت 1970
24- المنصور: هو أبو جعفر عبد الله بن محمد بن على بن عبد الله بن عباس. ولد في سنه 95 هـ بالشام. بويع بالخلافة سنه 136 وتوفى سنه 158م

25- مرج الذهب ومعادن الجوهر، القاهرة 1958
26- أمام إبراهيم احمد . الزيج الصابئ للبتاني ، تراث الإنسانية المجلد 3
27- حدد البيروني هذا التاريخ في تحقيق ما للهند من مقولة بسنه 154 هـ
28- الأندلسي: طبقات الأمم ، النجف الأشرف 1967
29- اللغة السريانية: عن أصل هذه اللغة يقول فيليب متى: لقد تفرعت اللغة الآرامية مع الزمن إلى مجموعتين هما المجموعة الشرقية في وادي الفرات وتمثلها المندعية والسريانية والمجموعة الغربية وتمثلها الآرامية التوراتية. وأصبحت السريانية لغة الكنائس في سوريا ولبنان وبلاد الرافدين واستعملت بين القرنين الثالث والثاني عشر للميلاد ثم حلت العربية محلها.
30- المجسطي: كان لكتاب المجسطي لدى ظهوره واقع نظريه أيشتين في عصرنا
31- الرشيد: هو هارون بن محمد بن عبد الله بن محمد بن على بن عبد الله بن عباس. ولد 145 هـ في خلافه المنصور وتوفى 193 هـ.
32- Dampier: A shorter History of Science, Cambridge 1944
33- شوقي ضيف. العصر العباسي الأول ، القاهرة 1975

34- المأمون: هو أبو العباس عبد الله بن هارون. ولد 170 هـ وبويع بالخلافة 198 هـ وتوفى 218 هـ
35- مصطفى محمود سليمان. تاريخ العلم والتكنولوجيا في العصور القديمة والوسطى
36- كرلو نللينو. علم الفلك تاريخه عند العرب في القرون الوسطى، الدار العربية للكتاب 1993
37- احمد الشاوي. التنبؤ بالغيب ، دار المعارف 1959
38- ايدين صاييلي. المراصد الفلكية في العالم الإسلامي. ترجمه عبد الله العمر. مؤسسه الكويت للتقدم العلمي 1995
39- ابن القفطي. إخبار العلماء بأخبار العلماء ، القاهرة 1939

40- عبد القوى زكى عياد. الموسوعة الفلكية ، الهيئة العامة المصرية للكتاب 1990
41- عبد الفتاح احمد السيد الطوفي. أحكام الحكيم في علم التنجيم المكتبة الثقافية بيروت 1991
42- جمال الدين الفندي . قصه الفلك والتنجيم
43- الطبري . تاريخ الأمم والملوك ، القاهرة 1939
44- محمد محمد الحسيني . مجلة الأزهر ، عدد ذو الحجة 1416 هـ
45- النيرين: هما الشمس والقمر
46- عندما يتحرك الكوكب حول الشمس ويرى من على سطح الأرض وتكون الأرض خلفه نقول أن هذه الحركة استقاميه. أما عندما يكون الكوكب في حاله اتصال مع الشمس والأرض تسبقه فان حركه الكوكب الظاهرية تصبح تراجعيه لبعض الوقت.
47- يحدث تغير في شكل أضاءه الكوكب نتيجة لتغير الوضع النسبي لكل من الشمس والكوكب والأرض، كما يحدث في تغير شكل إضاءة القمر خلال الشهر العربي، ويحدث هذا التغير فقط لكوكب عطارد والزهرة أما باقي الكواكب لا يحدث لها لأن مداراتها خارج مدار الأرض.

48- ألبتاني . الزيج الصابئ
49- خط الزوال هو الدائرة الوهمية التي تمر بالقطب الشمالي والقطب الجنوبي ماره بسمت المشاهد، أي تمر من فوق رأس المشاهد.
50- ورد هذا الحديث الشريف الذي يلجأ إلى الرمز من أجل التعبير عن تعاقب الشهور التي يكون عدد الأيام فيها 29 يوما أو 30 في أغلب كتب الحديث: أنظر صحيح البخاري، كتاب الصيام، باب 13
51- تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن للبيروني. تحقيق ب. بولجاكوف معهد المخطوطات العربية 1962
52- مؤيد الدين العرضي. كتاب الهيئة ، تحقيق جورج صليبا دمشق
53- ابن يونس . الزيج الحاكمي

54- المرصد هو مؤسسه للأرصاد السماوية، وحسب مجال عمله فإن المرصد يتم تجهيزه بآلات أرصاد مختلفة وأجهزة إضافية وكذلك أجهزه قياس وساعات وآلات حاسبه وتوضع المناظير عموما في مباني على شكل قباب.

55- أمام إبراهيم احمد. نافذة الكون

56- بنو موسى ابن شاكر: هم محمد واحمد والحسن. وكان والدهم موسى ابن شاكر يصحب المأمون ولما مات وخلف هؤلاء الأولاد الثلاثة فأثبتهم المأمون مع يحيى ابن أبى منصور الموصلي في بيت الحكمة، فخرج بنو موسى نهاية في علومهم فكان أكبرهم محمد وافر الحظ من الهندسة والنجوم وكان احمد بارعا في صناعه الحيل أما الحسن فقد كان لا يدانيه أحد في الهندسة. ولقد قام بنو موسى بأدوار رائعة في حركه الترجمة.

57- ميل محور دوران الأرض حول نفسها على دائرة البروج يسبب اختلاف طول مدة كل من الليل والنهار من فصل إلى فصل في مكان محدد ومن بلد إلى أخر. ففي فصل الصيف تكون البلاد الواقعة في مدار السرطان طول نهارها اكبر من البلاد الواقعة في المنطقة الاستوائية ويكون النهار غير منقطع شمال خط عرض 1/3 °66، فعند خط عرض 1/2 °66 تستمر الشمس فوق الأفق 24 ساعة في السنة، وعلى خط عرض 1/3 °67 تستمر الشمس فوق الأفق مدة شهر في السنة، وعلى خط عرض °68 تستمر الشمس فوق الأفق مدة شهرين في السنة. وعند القطب تماماً تستمر الشمس فوق الأفق مده ستة شهور في السنة. أما في فصل الشتاء فتكون البلاد الواقعة في المنطقة الاستوائية طول النهار بها أطول من البلاد الواقعة في مدار السرطان. ولذلك يستمر الليل دون انقطاع شمال خط عرض 1/3 °66 مدداً متساوية كالمبينة آنفا. والعكس صحيح بالنسبة لنصف الكرة الجنوبي فما يحدث في فصل الشتاء في النصف الشمالي يحدث في فصل الصيف في النصف الجنوبي.

58- يتحرك عطارد في قطع ناقص حول الشمس. ويميل مستوى مدار عطارد على مستوى مدار الأرض بمقدار 7 درجات. كما يتغير مدار عطارد باضطرابات عدة أكثرها ألفه لنا هو دوران خط الأوج والحضيض. وهذا الدوران يستعان به كاختبار لنظرية النسبية العامة.

59- قدري حافظ طوقان. تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك القاهرة 1988

60- المنظار الزوالي: هو منظار يتحرك حول محور واحد فقط. يوجد هذا المحور أفقيا في اتجاه الشرق- الغرب. ومن هنا يكون المنظار دائما في كل وضع متجها ناحية الزوال. وهذا المنظار لا يمكنه تتبع الحركة اليومية الظاهرية للنجوم، نظرا لعدم وجود محور دوران عمودي.

61- عبد القوى زكى عياد . الموسوعة الفلكية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب 1990

62- محمد صديق الجليلي. المزاول الشمسية ، مجلة التربية الإسلامية العدد الثاني عشر 1961

63- حسن عبد الوهاب. تاريخ المساجد الأثرية جـ1

64- احمد عبد الرازق . عمارة الأزهر الشريف وما حوله من أثار. كتاب الأزهر الشريف في عيده الألفي

D. et J. Sourdel, La Civitisation de 1' Islam,p. 630.,no.206 -65

66- حصه الصباح. تاريخ العلوم عند المسلمين

The Unity of Islamic Art, king Faisal Foundation, England 1985, P.87, no.71,. -67

68- لانسلون هوجين. الرياضة للمليون ترجمه رجب حليم مقار وآخرين مكتبه الشرق 1959

69- إبراهيم محمود شوشه . الزمن وقياسه أيهيئه المصرية العامة للكتاب 1988

70- فايز فوق العادة . علم الفلك وفلسفه النسق الكوني، مؤسسه الكويت للتقدم العلمي 1992.

71- احمد مختار صبري. الإسطرلاب ، مطبوعات جامعه القاهرة 1947
72- شاخت وبوزورت. تراث المسلمين القسم الثالث ترجمه حسين مؤنس و إحسان صدقي، عالم المعرفة 1978
73- نللينو. دائرة المعارف الإسلامية ، مادة إسطرلاب حـ1. الترجمة العربية حـ2 المجلد الأول.
74- ابن الشاطر. مخطوطة في علم الإسطرلاب معهد جامعه الدول العربية للمخطوطات
75- عبد الأمير المؤمن. التراث الفلكي عند العرب والمسلمين وأثرة في علم الفلك الحديث معهد التراث العلمي العربي جامعه حلب 1992
76- البيروني . القانون المسعودى، طبعه الهند
77- الجاحظ. كتاب الحيوان ، القاهرة 1938
78- ماهر عبد القادر المنهج العلمي عند علماء العرب، محاولة في الفهم. ندوة الثقافة والعلوم الإمارات 1995
79- ابن الهيثم . الشكوك على بطليموس ، الهيئة العامة المصرية للكتاب 1996
80- على الشوك. جريدة الحياة ، العدد 12718 ديسمبر 1997.
81- محمد رضا مدور علم الفلك جامعه القاهرة 1970
82- على عبد الله الدفاع رواد علم الفلك نادى أبها الأدبي
83- على عبد الله الدفاع أثر علماء العرب والمسلمين في تطوير علم الفلك، مؤسسه الرسالة 1985
84- جلال شوقي مجلة عالم الفكر ج 9 العدد 4 1989
85- أمام إبراهيم احمد القانون المسعودى تراث الإنسانية
86- أثناء دوران الأرض حول الشمس لاحظ القدماء أن أشكال النجوم الواقعة خلف مدار الأرض حول الشمس تتغير من فتره إلى أخرى، فقاموا بتقسيم هذه الأشكال إلى اثنتي عشره مجموعه وسموا كل مجموعه بالبرج، أو منزل الشمس حيث تسير الأرض

87- الصوفي كتاب الكواكب الثابتة

88- مجرة وجمعها مجرات. كانت تدل على سكه التبانة أما حديثا فتستخدم لدلاله أيضا على المجموعات النجومية الأخرى. وكلمه المجرة، معرفة، تعنى مجرة سكه التبانة غالباً.

89- تختلف النجوم بعضها عن البعض الآخر بالحجم واللون واللمعان ودرجة الحرارة والكثافة. وقد تنبه بطليموس وأبرخس قديما إلى بعض هذه الفروق وبخاصة اللمعان. فقسم النجوم على هذا الأساس إلى ست مراتب، فأعتبر ألمعها من القدر الأول، وما يكاد يرى بالعين المجردة من القدر السادس، أي أن قوه لمعان النجوم المرئية كانت تتراوح بين واحد إلى ستة. وفي القرن التاسع عشر ضبط المقياس حتى يكون لمعان القدر الأول مائه ضعف من لمعان القدر السادس. وامتدا المقياس ليشمل نجوما ألمع من القدر الأول وأعطيت الأخيرة أقداراً سالبه كما احتوى التقسيم على نجوم خافته أمكن تسجيلها على الألواح التصويرية.

90- عبد الرحيم بدر المحيرات الفلكية مؤسسه الكويت للتقدم العلمي 84

91- مجدي يوسف أمين خطوط عرض المكان ندوة التراث العلمي العربي المجلس الأعلى للثقافة مصر 1996

92- لفظ الجيب مأخوذ من الاصطلاح الهندي السنسكريتى جيفا، وقد آخذ علماء العرب بهذا اللفظ

93- توب أ. هاف فجر العلم الحديث جـ1 ترجمه احمد محمود صبحي عالم المعرفة 1997

94- عيد كامل إسماعيل رسالة ماجستير: أبو الريحان البيروني وإسهاماته العلمية في مجال الفلك والرياضة كليه الآداب جامعه الاسكندر يه 1997.

95- محمد عبده يماني وداعاً هالي النادي الأدبي الثقافي جدة 88
96- كوبرنيكس: مطران وطبيب وفلكي ولد في 1473 في بلدة تورون وتوفى في 1543 في فرومبورك. وترجع شهرته إلى جعل الشمس مركز المجموعة الشمسية وليس الأرض وان كان هذا الابتكار قد رجح بعض العلماء انه يرجع إلى ابن الشاطر.
97- كبلر: هو فلكي ولد في 1571 بإحدى ضواحي مدينه فيرت وتوفى في 1630 بمدينه ريجنس برج. اهتم كبلر بدراسة الرياضة والفلك. وقد وضع كبلر ثلاث قوانين تستخدم في التعرف على حركه الكواكب وهى مستخدمه حتى الآن.
98- البرد يتربث . دور العرب في تطور العلوم الطبيعية، مجلة اللسان العربي جامعه الدول العربية 1969
99- احمد سعيد الدمرداش.حركات الكرات السماوية، الهيئة المصرية العامة للكتاب 1996
100- باتريك مور. علم الفلك ، موسوعة جينيس
101- احمد سليم سعيدان . مقدمه لتاريخ الفكر العلمي في الإسلام عالم المعرفة 1988
102- سعيد عاشور . المدنية الإسلامية وأثرها في الحضارة الأوربية القاهرة 1963
103- محمود فياض. أحاديث عن العلم والعلماء ، بغداد 1986
104- عبد الحليم منتصر. اثر العرب في النهضة العلمية الأوربية ، رسالة العلم العدد 81 مجلد 37 سنه 1970 .

الـخــاتمــة

يعتبر علم الفلك من أقدم العلوم التي عرفها الإنسان واهتم بها. ففي عدم وجود الإضاءة التي نعرفها اليوم كان الليل مظلما لا يضئه إلا تلألأ النجوم في السماء. وكما يعرف أحدنا خريطة المنطقة التي يعيش فيها كان الإنسان يحدد طريقه في الليل عن طريق خريطة تجمع النجوم التي عرفها وتعود عليها. ومما سجلته أسطر التاريخ أن قدماء المصريين كانوا على دراية فلكية كبيرة وفهم دقيق لحساب حركة الشمس اليومية والسماوية حيث استخدموا الهندسة الفلكية في بناء المعابد والأهرامات، كما أخذوا الأسبوع كفترة زمنية مستقلة وقسموا اليوم إلى 24 ساعة بل قاسوا طول العام الأمر الذي أعانهم على تحديد موعد فيضان النيل.

أما حضارات بابل فإنها كانت غنية بمعلوماتها الفلكية حيث سجلوا خسوف القمر وقاسوا دورته وعرفوا حركته الظاهرية وعبدوا الكواكب السبعة: الشمس والقمر وعطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل.ومن دراستنا للحضارة اليونانية والتي تميزت بالطابع الفلسفي، فقد وضعت بعض الأفكار الجديدة عن دوران الأجسام في السماء، وطرحت مسألة مركزية الأرض للكون. وإن كانت هذه المسائل لم تتضح بشكل جيد أو صحيح في عهدهم.

وإذا عبرنا بالأجيال حتى نصل إلى عصر النهضة العربية الإسلامية، فإننا سنجد تطورا هائلا قد حدث في علم الفلك. وذلك لارتباط الفلك بالدين من حيث العبادات وحساب مواقيت الصلاة وأوائل الشهور العربية وأيضا الأوامر القرآنية التي تحث على الفهم والتأمل لآيات و ظواهر الكون. حيث بدءوا دراستهم للفلك بترجمة كتب الأمم السابقة ثم قاموا بتنقيتها وتصحيحها. ولقد وصل العرب والمسلمون لعلم الفلك حتى قال عنهم جورج سارتون في كتابه مدخل لتاريخ العلم :" إن البحوث التي قام بها علماء العرب والمسلمون في حقول الفلك كانت مفيدة للغاية إذ أنها هي بالحقيقة التي مهدت الطريق للنهضة الفلكية الكبرى التي ازدهرت في عهد كوبرنيكس.... كان لابد من ظهور ابن سينا وابن الهيثم وجابر والبيروني وابن يونس لكي يظهر جاليليو وكبلر وكوبرنيكس". وقال أيضا

والخلاصة أن العلماء العرب في العصر الإسلامي قاموا بدورهم ببناء النهضة العلمية وقدموا لأوربا زاد نهضتها. ولولا معوقات المغول والتتار والحروب الصليبية والاستعمار لكانت النهضة التي يتفاخر بها العالم الغربي من نصيب الأمة العربية الإسلامية وتكون لغتها لغة القرآن الكريم وتتقدم على النهضة الغربية في التاريخ بعدة قرون .